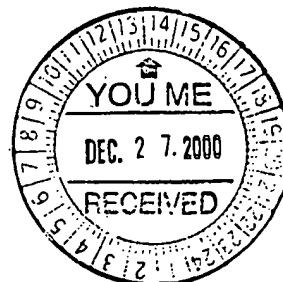


PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)



Applicant's or agent's file reference OPP000672KR	FOR FURTHER ACTION see Notification of Transmittal of International Search Report (Form PCT/ISA/220) as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/KR00/01024	International filing date (day/month/year) 08 SEPTEMBER 2000 (08.09.2000)	(Earliest) Priority Date (day/month/year) 11 SEPTEMBER 1999 (11.09.1999)
Applicant LG CHEMICAL LTD. et al		

This International search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 3 sheets.

☐ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

☐ the international search was carried out on the basis of a translation of the international application furnished to this Authority (Rule 23.1(b)).

b. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international search was carried out on the basis of the sequence listing:

☐ contained in the international application in written form.

☐ filed together with the international application in computer readable form.

☐ furnished subsequently to this Authority in written form.

☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.

☐ the statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.

☐ the statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box I).

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (See Box II).

4. With regard to the **title**,

☐ the text is approved as submitted by the applicant.

☒ the text has been established by this Authority to read as follows:
Retroreflective Article

5. With regard to the **abstract**,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established, according to Rule 38.2(b), by this Authority as it appears in Box III. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. The figure of the drawing to be published with the abstract is Figure No. 10A

☐ as suggested by the applicant.

☒ because the applicant failed to suggest a figure.

☐ because this figure better characterizes the invention.

☐ None of the figures.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/KR00/01024

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5840406 A	24.11.1998	WO 9610197 A1	04.06.96
		US 5565151 A	15.10.96
		EP 787311 A1	06.08.97
US 5122902 A	16.06.1992	KR 185673 B1	15.05.99
		JP 2285301 A2	22.11.90
		EP 390344 A2	03.11.90
US 3873184 A	25.07.1975	None	
US 5840405 A	24.11.1998	EP 1015915 A1	05.07.00
		CN 1216615 A	12.05.99
		CA 2252433AA	06.11.97
		AU2438797A1	19.11.97
US 5812315 A	22.09.1998	US 5822121A	13.10.98
		WO 9642025A1	27.12.96
		WO 9642024A1	27.12.96
		WO 9642023A1	27.12.96
		EP 830623A1	25.03.98
		EP 830622A1	25.03.98
		EP 830622A1	25.03.98
US 4938563	03.07.1990	US 4775219 A	04.10.98
		KR 151136 B1	15.12.98
		JP 63143502 A2	15.06.88
		JP 2022602 A2	25.01.90
		EP 342958 A2	12.11.89
		EP 269329 A2	01.06.88
		DE 3789200 C0	07.14.94
US 4588258 A	13.05.1986	ZA 8407144A	24.04.85
		NO 843586A	13.03.85
		MX 161585A	13.11.90
		KR 9202437B1	24.03.92
		JP 60100103A2	04.06.85
		EP 137736A2	17.04.85
		DE 3485962C0	26.11.92

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
22 March 2001 (22.03.2001)

PCT

(10) International Publication Number
WO 01/20373 A1

(51) International Patent Classification⁷: **G02B 5/124**

(21) International Application Number: **PCT/KR00/01024**

(22) International Filing Date:
8 September 2000 (08.09.2000)

(25) Filing Language: **Korean**

(26) Publication Language: **English**

(30) Priority Data:
1999/38822 11 September 1999 (11.09.1999) **KR**

(71) Applicant (for all designated States except US):
LG CHEMICAL LTD. [KR/KR]; LG Twin Tower,
Yoido-dong 20, Yongdungpo-ku, Seoul 150-721 (KR).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **YOON, Seok-II**
[KR/KR]; Youngjin Royal Apt. 102-405, Jungri-dong,

Daeduk-ku, Taejeon-city 306-050 (KR). **BAEK, Jong-Soo**
[KR/KR]; Damoa Apt. 110-509, Wolpyung-dong, Seo-ku,
Taejeon-city 302-280 (KR). **CHOI, Seok-Cheol** [KR/KR];
Samik Sowol Apt. 108-107, Pup-dong, Daeduck-ku, Tae-
jeon-city 306-060 (KR).

(74) Agent: **KIM, Won-Ho**; Teheran Bldg., 825-33, Yoksam-
dong, Kangnam-ku, Seoul 135-080 (KR).

(81) Designated States (national): **JP, US.**

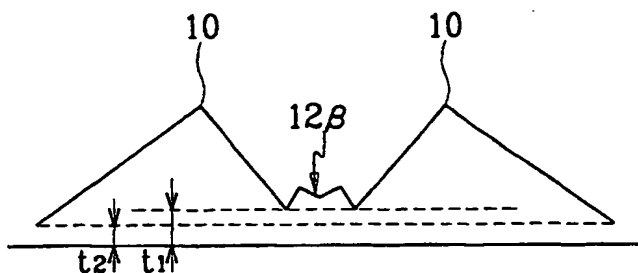
(84) Designated States (regional): European patent (AT, BE,
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

Published:

— With international search report.

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guid-
ance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the begin-
ning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: **RETROREFLECTIVE ARTICLE**



(57) Abstract: A retroreflective article includes a flat front surface, and a structured rear surface displaced from the flat front surface. The structured rear surface is provided with arrays of sets of three mutually perpendicular lateral triangular sides, and a plurality of trigonal linear prisms. The three lateral triangular sides have a common apex and uncommon linear base edges. The linear prisms are disposed along at least one of the linear base edges of the three lateral triangular sides.

WO 01/20373 A1

THIS PAGE BLANK (USPTO)

RETROREFLECTIVE ARTICLE

BACKGROUND OF THE INVENTION

(a) Field of the Invention

5 The present invention relates to a retroreflective article and, more particularly, to a retroreflective article which exhibits improved performance characteristics in retroreflective capacity and angularity.

(b) Description of the Related Art

 Retroreflective articles are widely used for various purposes. For
10 example, they are employed for use in decorations, reflection tapes for safety, reflection belts, road signs, and reflection plates for warning. Retroreflective article is based on a light retroreflection principle that is redirecting light toward opposite direction to incident direction, such a retroreflection is occurred by total internal reflection of light from three lateral
15 sides which are mutually perpendicular in cube corner.

 Generally, the retroreflective article is formed with optically transparent materials such as glass or polymethyl metacrylate (PMMA) and is sheet-shaped with one surface processed to have continuous arrays of cube corners on the surface.

20 The term "cube corner" can be easily understood by supposing triangular pyramid deriving from cutting one corner portion of a cube. Fundamental structure of a cube corner is a triangular pyramid having a

base side of triangle and three lateral sides being perpendicular to each other, and fundamental structure of one surface of retroreflective article consists of continuous arrays of such a triangular pyramid. In particular, plan view of retroreflective article being processed to that cube-corners being types of regular triangular pyramids having regular triangle as a base planes arrange continuously on its one surface, is shown in Fig. 1.

An optical axis of the cube corner is defined as a line drawn through the apex to the base while keeping the same angular relation to the three lateral sides. A front axis direction is defined as a line extended normal to the retroreflective article sheet. The light falling on the retroreflective article in the front axis direction is well retro-reflected, whereas the light falling on the retroreflective article while deviating from the front axis direction by a predetermined angle exhibits poor retroreflective performance because it does not satisfy the necessary conditions for total internal reflection from the three lateral sides of the triangular pyramid.

The term "angularity" is commonly used to describe the retroreflective performance characteristic of the retroreflective article with respect to light falling on the retroreflective article deviating from the front axis direction by a predetermined angle. It is preferable that the retroreflective article exhibits wider angularity. Practically, it is legally regulated that the angularity of the retroreflective article for road sign should reach a predetermined degree at the front axis direction and light incidence angle of 30°.

The retroreflective article with the regular triangular pyramids(1) as shown in Fig. 1 exhibits a very narrow angularity. Fig. 2 is a graph illustrating the results of measuring the retroreflection capacity of the retroreflective article shown in Fig. 1 as a function of the light incidence angle of $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ to the front axis direction. The graph of Fig. 2 is indicated in percentage in which maximum retroreflection capacity is obtained in case that lights are incident in front axis direction. As shown in Fig. 2, the fundamental retroreflective article consisting of the cube-corners being types of regular triangular pyramids exhibits roughly uniform retroreflective capacity in the light incidence angle of $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ to the front axis, and has no relation with direction of incidence angle, desirably. But the retroreflective capacities rapidly drop in the light incidence angle of $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ or more.

As an attempt to obtain wider angularity, it has been suggested that the shape of the regular triangular pyramids arranged on one surface of the retroreflective article sheet should be appropriately changed. The change is occurred by tilting optical axis of the cube-corner in a predetermined direction, so that the regular triangle of the base is transformed to an isosceles triangle or unequilateral triangle. Tilting optical axis of cube-corner to predetermined direction produces that retroreflection capacity deteriorates in the front axis direction, but enhances in the predetermined direction.

U. S. Patent No. 4588258 discloses a method obtaining improved retroreflection capacity by tilting optical axis of the cube-corner having

regular triangular pyramid structure. Fig. 3 is a plane view of retroreflective article based on U.S. Patent No. 4,588,258 where the optical axis of the cube corner is tilted by about $7^{\circ} \sim 13^{\circ}$ to the front axis, and the resulting retroreflective article exhibits enhanced retroreflective capacity with respect to the light entering with the incidence angle of 30° or more in the X and Y axis directions which are mutually perpendicular and are on the retroreflective sheet plane.

Fig. 4a and Fig. 4b which are shown in order to indicate inclination of optical axis of cube-corner forming retroreflective article as shown in Fig. 3, are cross sectional view taken along the 4A and 4B line in Fig. 3, respectively. As shown in Fig. 4a and Fig. 4b, optical axis(x) has tilting angle to front direction(f) of retroreflective sheet.

Fig. 5 illustrates the results of computer-simulating the retroreflective performance characteristics of the retroreflective article consisting of the cube-corners having such a optical axis tilting. Fig. 5 is isobrightness curves indicating equal retroreflection coefficient value in case of introducing lights in several direction to retroreflective article. As shown in Fig. 5, when the light incidence angle varies from the front axis to the Y axis, suitable degree of retroreflective capacity is obtained with a light incidence angle of 40° or more. Furthermore, even when the light incidence angle varies from the front axis to the X axis, relatively better retroreflective capacity is obtained but less than that in the Y axis direction. That is, relatively wider

angularity can be obtained with respect to the X and Y axis directions. However, very narrow angularity is shown in a K axis direction which is on a middle position between the X and Y axes.

Fig. 6 shows graphs indicating results of retroreflection capacity measurements varying incident angle with respect to each two case, of which one corresponds that cube-corners included in one plane of retroreflective sheet are regular triangular pyramids and the other corresponds that cube-corners are transformed from the regular triangular pyramids to have 9.2° tilting from front axis of retroreflective sheet.

When the cube-corner is regular triangular pyramid, the retroreflective capacity measurement is performed by varying incidence angle with respect to the X and Y axis directions. In contrast, when the optical axis of the cube-corner is tilted by 9.2° , the measurement is performed by varying incidence angle with respect to the X, Y and K axis directions. As described above, when the optical axis of the cube-corner is tilted, retroreflection capacity exhibits wider angularity even though lower in near direction by the front axis with respect to the X and Y axis directions, but very narrow angularity in the K axis direction.

There is a method of tilting the optical axis by negative angle differently from the method of tilting the optical axis by $7-13^\circ$ in U. S. Patent No. 4588258. U. S. Patent No. 2310790 discloses a retroreflective article where the angularity with respect to the light entering normal to the plane including the optical axis, is enhanced by tilting the optical axis of the cube-

corner by -7.4° .

However, with such cube corners having tilted optical axes, the retroreflective capacity may be enhanced only in the predetermined light incidence direction but not in other various light incidence directions. In order to solve such a problem, a tiling technique is suggested. In the tiling technique, retroreflective articles exhibiting good retroreflection capacity in a incidence angle are tiled directionally, so that retroreflection capacity is expected to be enhanced with respect to various light incidence angle. However, with the application of the tiling technique, the total brightness drops.

In the above-described techniques, since the tilting angle of the optical axis varies in upper and lower directions, the base of the cube corner is shaped with an isosceles triangle. Alternatively, the tilting angle of the optical axis varies in right and left directions as well as upper and lower directions such that the base of the resulting cube corner is shaped with an unequilateral triangle. This is to enhance the retroreflective capacity with respect to various light incidence directions. For instance, U. S. Patent No. 5822121 discloses a retroreflective article where the base of the cube corner is shaped with an unequilateral triangle while the tilting angle of the optical axis is controlled by $4-15^\circ$. However, such an article involves complicated processing steps because three forms of bites should be used for processing grooves of the cube corner. Furthermore, with the cube corner having an unequilateral triangle-shaped base, it is difficult to obtain good retroreflective

capacity at increased light incidence angle.

Alternatively, a retroreflective article based on sets of different sized cube corners may be provided. U. S. Patent No. 5840406 discloses a retroreflective article where different sized cube corners are arranged at the same time by removing some parts of the cube corners such that internal light can be allowed to transmit through naturally generated surface at relatively small sized cube corner. U. S. Patent No. 5122902 also discloses a cube corner having a flat or curved cutting plane for allowing transmission of the light. However, in these techniques, the total brightness of the retroreflective article drops because the retroreflective article is structured such that the incident light is partially transmitted.

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention is derived to solve the problems as described above, and its object is to provide a retroreflective article which has good retroreflective capacity and wider angularity irrelevant to direction.

To achieve these and other objects, retroreflective article according to the present invention includes a flat front surface, and a structured rear surface displaced from the flat front surface. The structured rear surface is provided with arrays of sets of three mutually perpendicular lateral triangular sides, and a plurality of trigonal linear prisms. The three lateral triangular sides have a common apex. The linear prisms are disposed along at least one of uncommon linear base edges among the three lateral triangular sides.

The uncommon linear base edges among the three lateral triangular sides may or may not exist in common surface.

The retroreflective article is preferably formed with materials having an index of refraction of about 1.4 ~ 1.7.

5 An optical axis of polyhedron being practically type of cube-corner is tilted by $-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$ to a normal to the flat front surface.

When the trigonal linear prisms are disposed along at least one or more of base edges of the polyhedron being practically type of cube-corner, it is preferable that one or more of the trigonal linear base prisms are
10 disposed with respect to a side.

It is preferable that the base edges of polyhedron being practically type of cube-corner differ in length from each other.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a plan view of retroreflective article being processed to that
15 cube-corners being types of regular triangular pyramids arrange continuously on its one surface;

Fig. 2 is a graph illustrating the results of measuring the retroreflection capacity of the retroreflective article shown in Fig. 1 as a function of the light incidence angle of $0^{\circ} \sim 40^{\circ}$ to the front axis direction;

20 Fig. 3 is a plan view of a retroreflective article according to prior art;

Fig. 4a and Fig. 4b are cross sectional view taken along the 4A and 4B line of Fig. 3, respectively;

Fig. 5 is isobrightness curves indicating the results of computer-simulating the retroreflective performance characteristics of the retroreflective article as shown in Fig. 3;

Fig. 6 shows graphs indicating results of retroreflection capacity measurements varying incident angle with respect to each two case, of which one corresponds that the cube-corner is regular triangular pyramid and the other corresponds that the cube-corner is transformed from the regular triangular pyramid such that the optical axis of the cube-corner is tilted by 9.2° from front axis of retroreflective sheet;

Fig. 7 is a plan view of retroreflective article being processed to have structured rear surface according to one embodiment of the present invention;

Fig. 8a and Fig. 8b are cross sectional view taken along the 8A and 8B line of Fig. 7, respectively;

Fig. 9 is a plan view of retroreflective article being processed to have trigonal linera prism disposed along one direction according to the other embodiment of the present invention;

Fig. 10a and Fig. 10b are cross sectional view taken along the 10A and 10B line of Fig. 9, respectively;

Fig. 11 is isobrightness curves indicating the results of computer-simulating the retroreflective performance characteristics of the retroreflective article according to one embodiment of the present invention;

Fig. 12a shows graphs indicating results of retroreflection capacity

measurements varying incident angle to X axis and Y axis with respect to the retroreflective article according to embodiment 1 of the present invention;

Fig. 12b shows graphs indicating results of retroreflection capacity measurements varying incident angle to K axis with respect to the retroreflective article according to embodiment 1 of the present invention;

Fig. 13 shows graphs indicating results of retroreflection capacity measurements varying incident angle to X axis and Y axis with respect to the retroreflective article according to embodiment 2 of the present invention;

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Detailed explanation of the present invention with reference to the accompanying drawings will be followed.

A retroreflective article according to the present invention is formed with optically transparent materials such as glass, polymethyl metacrylate (PMMA), having a refractive index of 1.4 ~ 1.7, and is generally fabricated to sheet-shape with a flat front surface and a rear structured surface with prominent and depressed portions.

In the present invention, optically transparent materials such as glass, polymethyl metacrylate (PMMA), polycarbonate, ultraviolet solidifying resin or acryl and materials having a refractive index of 1.4 ~ 1.7 are used, and the processing method of the rear surface of the retroreflective article to have prominent and depressed portions is a grooving technique like as conventional technique.

Fig. 7 is a plan view of retroreflective article being processed to have structured rear surface according to one embodiment of the present invention. As shown in Fig. 7, the structured rear surface of retroreflective article includes continuous arrays of three mutually perpendicular triangles(11 α , 11 β and 11 γ) having a common apex(10), and trigonal prisms(12 α , 12 β). The trigonal prisms(12 α , 12 β) are disposed along at least one or more of the uncommon edges(13 α , 13 β , 13 γ) among the sides of three lateral triangles(11 α , 11 β , 11 γ). The continuous arrays of the three mutually perpendicular triangles(11 α , 11 β and 11 γ) having a common apex(10) make a shape similar to the cube-corner as described above, so that the trigonal prisms(12 α , 12 β) are linearly disposed along the base edges of the cube-corner. The reason of referring the shape similar to the cube-corner is that a shape different to the cube-corner is possible to be made according to the embodiment of the present invention and that is described later. Namely, in the present invention, one surface of the retroreflective article is processed to have the shape of the trigonal prism as well as the shape similar to the cube-corner. Such a trigonal prism will be hereinafter referred to as the trigonal linear prism.

An angularity of the retroreflective article is enhanced in normal to arrangement direction of the trigonal linear prism. In Fig. 7, a pair of trigonal linear prisms(12 β) is disposed along the edge normal to the Y axis (13 β) of the uncommon three edges(13 α , 13 β and 13 γ) among the three

triangular sides(11α , 11β , 11γ) in a plane, whereas a trigonal linear prism(12α) is disposed along the remaining edges(13α and 13γ). That is, one or more of the trigonal linear prisms may be disposed along one edge, and this may be applied to the other embodiment hereafter.

5 When an optical axis is defined as a line extended from the common apex to the front surface of the retroreflective article while keeping the same angular relation to the three triangles, the optical axis is not necessarily consistent with but tilted by $-15^\circ \sim 15^\circ$ to the front direction of the retroreflective article. In the same way, when an optical axis in the trigonal
10 linear prism is defined as a line extended from a point on the common edges of two lateral sides to the front surface of the retroreflective article while keeping the same angular relation to the two lateral sides, the optical axis of the prism is not necessarily consistent with but tilted by predetermined angle to the front direction of the retroreflective article. This is applied to the other
15 embodiment hereafter. Such a tilting angle of the optical axis is well shown in Fig. 8a and Fig. 8b which are cross sectional view taken along the 8A and 8B line of Fig. 7, respectively.

 As shown in Fig. 8a and Fig. 8b, the optical axis of the triangle ($X1$, $X1'$) and the optical axis of the linear prism ($X2$, $X2'$) are tilted by a
20 predetermined angle to the front axis direction (F). Supposing the extended drawing of Fig. 8a toward the right direction, tilting the optical axis to the parallel direction with $X1$ following the $X1'$ and then tilting again the optical

axis to the parallel direction with the $X1'$ can be produce the enhancement of the retroreflection capacity. That is, it is preferable that the optical axis parallel with the $X1$ and $X1'$ appears repeatedly in Fig. 8a, and such a repetition is also preferable in Fig. 8b. A pair of prisms(12β) is shown in
 5 Fig. 8a whereas a prism(12α) is shown in Fig. 8b.

The uncommon three edges(13α , 13β and 13γ) among the sides of three triangles(11α , 11β , 11γ) may have different length, this is applied to the other embodiment hereafter.

In order to enhance the retroreflection capacity to a certain direction,
 10 trigonal linear prism may disposed along the one edge of the uncommon three edges(13α , 13β and 13γ) among the sides of three triangles(11α , 11β , 11γ). Fig. 9 is a plan view of retroreflective article in such a case. In retroreflective article as shown in Fig. 9, in order to enhance the retroreflection capacity to Y axis direction, a pair of prisms(12β) is
 15 disposed along the one edge of the uncommon three edges(13α , 13β and 13γ) among the sides of three triangles(11α , 11β , 11γ) which are mutually perpendicular and have one common point.

Here, when two triangle(11α , 11γ), except one triangle(11β) along which prism is disposed, among three triangles (11α , 11β , 11γ)
 20 are formed, deeper grooving is required for total arrangement. In such a case, since two edges(13α , 13γ) along which prisms are not disposed exist in deeper position than the edge(13β) along which prism is disposed, the

resultant body has a shape different from the cube-corner. Additional area occurring by the deeper grooving contributes to retroreflection, thus the retroreflection capacity is enhanced.

It is well described in Fig. 10a and Fig. 10b which are cross sectional
5 view taken along the 10A and 10B line of Fig. 9, respectively, that the depth of two edges along which prisms are not disposed and the depth of the edge along which prism are disposed are dissimilar to each other. As shown in Fig 10a and Fig. 10b, the edge(13 β) along which prism are disposed is positioned in the thickness t1 of the retroreflective article, whereas the
10 edges(13 α , 13 γ) along which prisms are not disposed are positioned in the thickness t2 of the retroreflective article.

The following examples further illustrate the present invention.

Example 1

The retroreflective article shown in Fig. 9 was fabricated by using
15 polymer material having a refractive index 1.58. The total width (indicated by a reference symbol p1 in Fig. 9) of the pair of the trigonal linear prisms was established to be 100 μm . The distance (indicated by a reference symbol gd, gv in Fig. 9) between each groove was established to be 445 μm and 423 μm . The optical axis in the polyhedron consisted of three triangles
20 which are mutually perpendicular and have one common point was tilted by 3° to the front axis of the retroreflective article. The optical axes of the pair of the linear prisms were tilted by 18° to the front axis in the Y and -Y axis

directions, respectively. The positional thickness difference between the edge with the trigonal linear prism and the edge without the trigonal linear prism, of the uncommon three edges by the neighboring two triangles among the sides of three triangles which are mutually perpendicular and have one common point, was established to be about $19.72\ \mu\text{m}$.

The results of computer simulating the retroreflective performance of the retroreflective article according to the example 1 are illustrated in Fig. 5. Fig. 5 is a set of isobrightness curves plotting the retroreflective capacity of the retroreflective article as a function of the light incidence angle. As shown in Fig. 11, the isobrightness curves are shaped approximately with a circle. These results exhibit that wider angularity of the retroreflective article is secured in the X, Y and K axis directions. As compared with the isobrightness curves of the prior art-based retroreflective article shown in Fig. 5, it can be known that the inventive retroreflective article has a better angularity characteristic.

Fig. 12a is a graph illustrating the retroreflective capacity of the retroreflective article according to the example 1 as a function of the light incidence angle variation in the X and Y axis directions. As compared with the graph for the above described U. S. Patent No. 4,588,258 as shown in Fig. 6, it can be known that the inventive retroreflective article according to the example 1 has a better retroreflective capacity in the X and Y axis directions.

Fig. 12b is a graph illustrating the retroreflective capacity of the

retroreflective article according to the example 1 as a function of the light incidence angle variation in the K axis direction. As compared with the graph for the above described U. S. Patent No. 4, 588, 258 as shown in Fig. 6, it can be known that the inventive retroreflective article according to the example 1 has a better retroreflective capacity in the K axis directions with highly increased angularity.

Example 2

The retroreflective article shown in Fig. 7 was fabricated by using polymer material having a refractive index of 1.58. The total width (indicated by a reference symbol p2 in Fig. 7) of the pair of the prisms arranged along the direction normal to the Y axis was established to be 100 μm , and the width (indicated by a reference symbol p1' in Fig. 7) of the linear prism arranged along the remaining two direction was established to be 52.6 μm . The distance (indicated by a reference symbol gd', gv' in Fig. 7) between each groove was established to be 615 μm and 584 μm . The pair of the trigonal linear prisms arranged along the direction normal to the Y axis is to secure wider angularity in the Y axis direction. The optical axis in the polyhedron consisted of three triangles which are mutually perpendicular and have one common point was tilted by 3° to the front axis of the retroreflective article. The optical axis of the prism was established to agree with the front axis.

Fig. 13 is a graph illustrating the retroreflective capacity of the

retroreflective article according to the example 2 as a function of the light incidence angle. As compared with the graph for the above described U. S. Patent No. 4, 588, 258 as shown in Fig. 6, it can be known that the inventive retroreflective article according to the example 2 has better retroreflective capacity in the X and Y axis directions with similar angularity.

Therefore, the retroreflective article according to the present invention has a better retroreflective capacity than that of the prior art with highly increased angularity.

The retroreflective article according to the present invention has a good retroreflective capacity in the K axis directions as well as the X and Y axis directions with wide angularity. Thus, since directional restriction is not required in applying the retroreflective article, use of the retroreflective article becomes convenient.

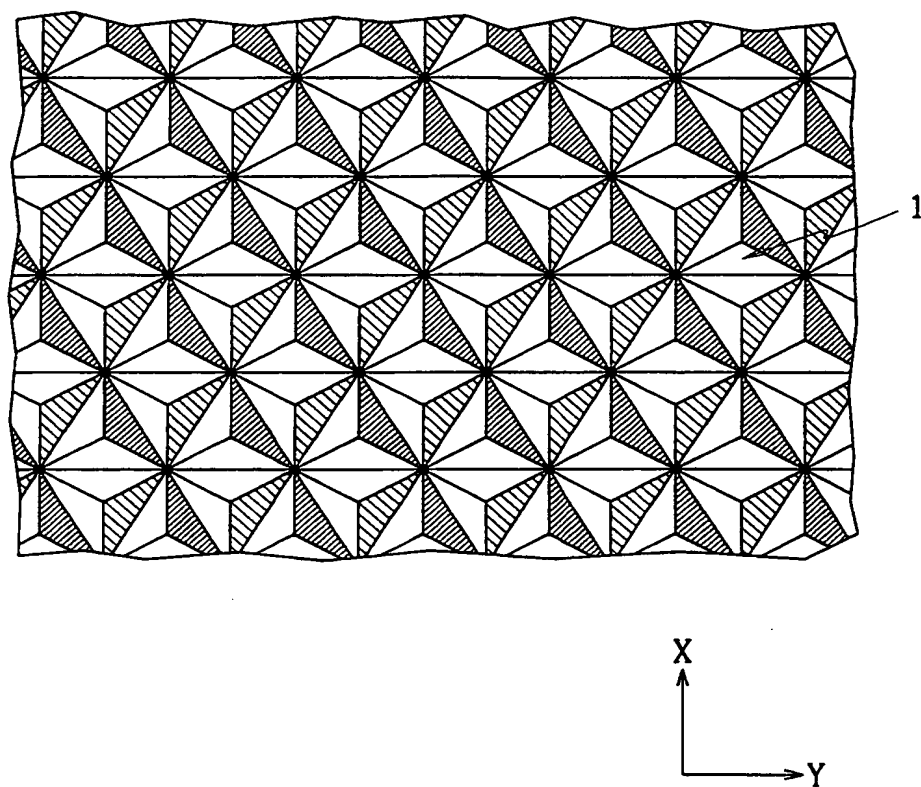
Since degree of freedom in designing the retroreflective article is large, the retroreflective article having different retroreflection capacity according to the application field is possible to fabricate.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A retroreflective article having a flat front surface and a structured rear surface, the structured rear surface including;
continuous arrangement of three triangles which are mutually
5 perpendicular and have one common point; and
trigonal linear prism disposed along at least one of the uncommon edges among the sides of the three triangles.
2. The retroreflective article of claim 1 wherein the uncommon edges among the sides of the three triangles lie in a common plane or different
10 planes.
3. The retroreflective article of claim 1 or 2 having an index of refraction of about 1.4 ~ 1.7.
4. The retroreflective article of claim 1 or 2 wherein an axis extending from the common point to the front surface of the retroreflective article while
15 keeping the same angular relation to the three triangles, is tilted by -15° ~ 15° to an axis normal to the front surface of the retroreflective article.
5. The retroreflective article of claim 1 or 2 wherein one or more of the trigonal linear prisms are disposed along one edge.
6. The retroreflective article of claim 1 or 2 wherein the uncommon
20 edges among the sides of the three triangles differ in length from each other.

1/14

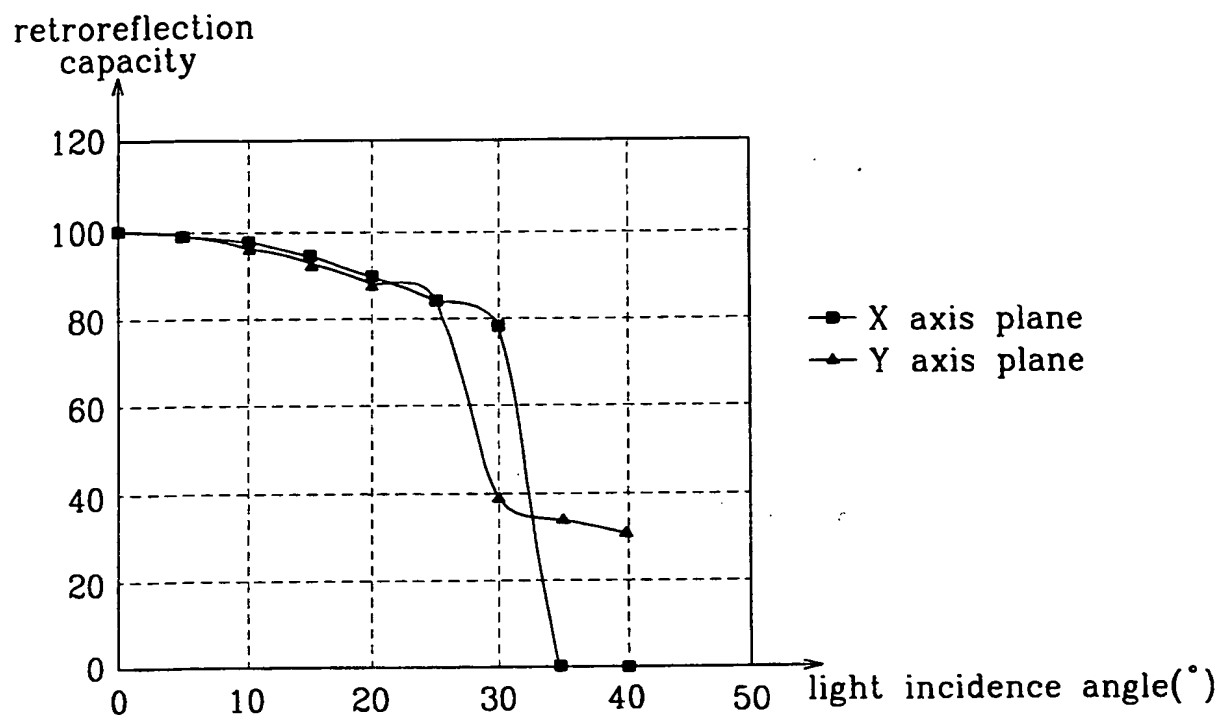
FIG. 1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/14

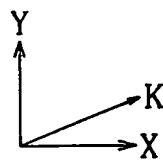
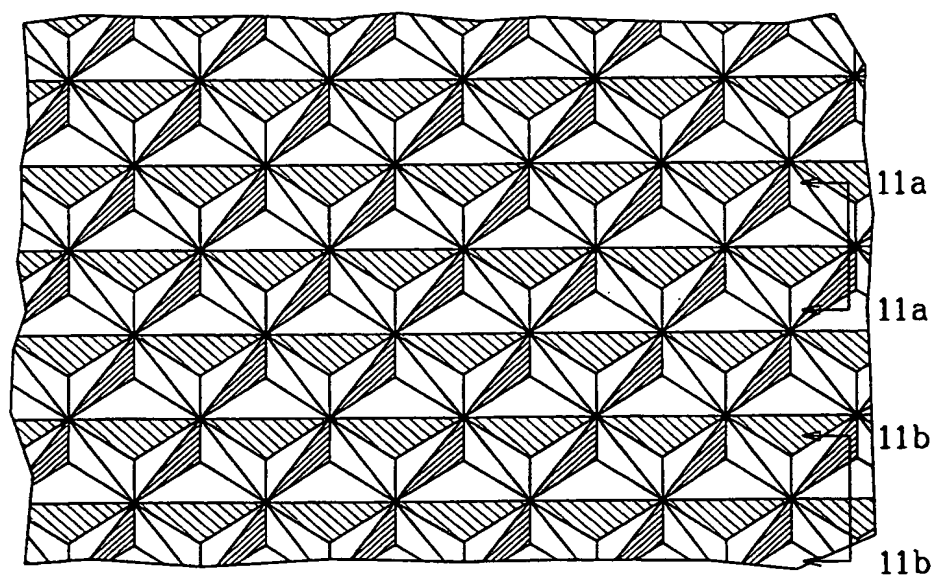
FIG.2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/14

FIG.3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/14

FIG.4A

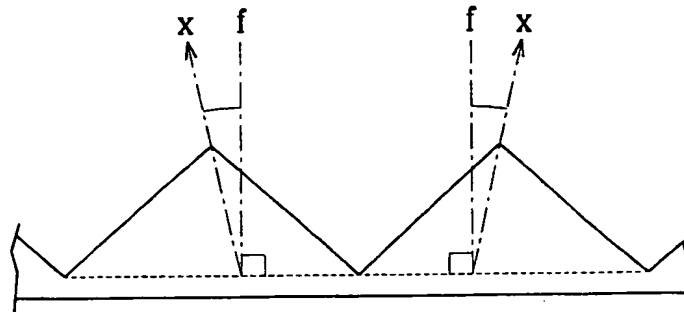
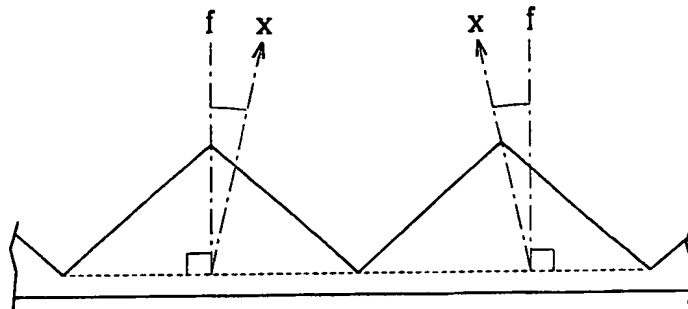


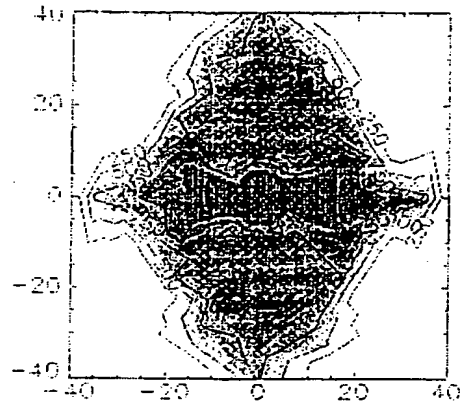
FIG.4B



THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/14

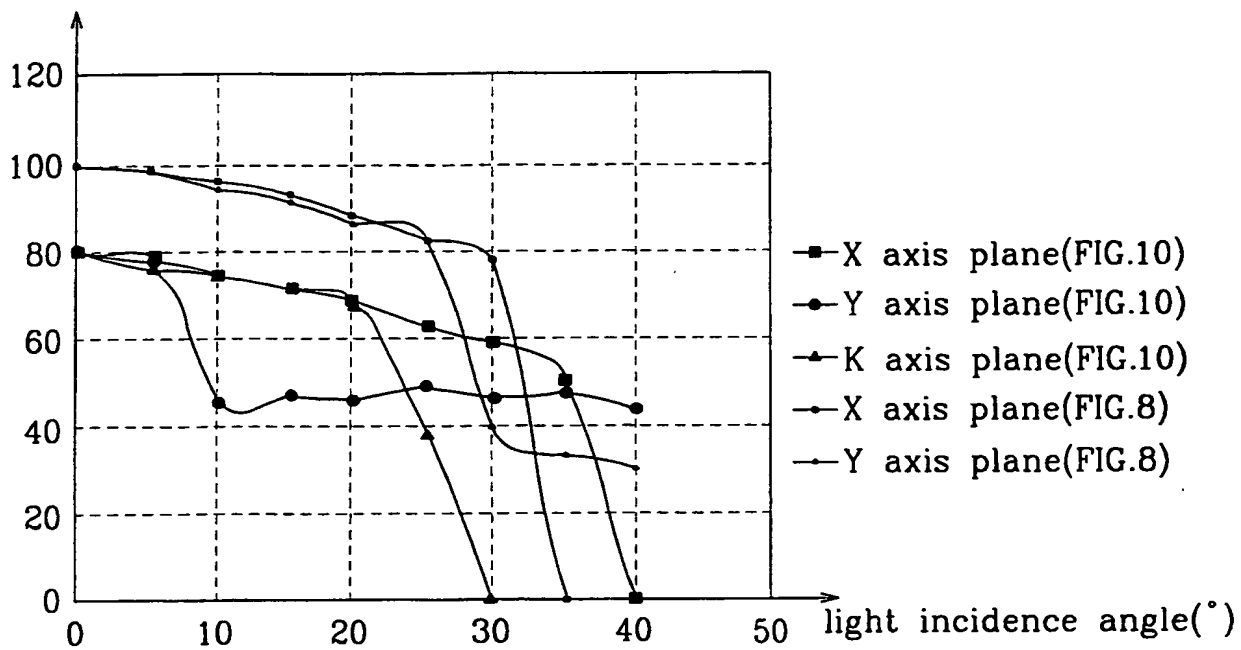
FIG.5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

6/14

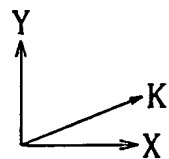
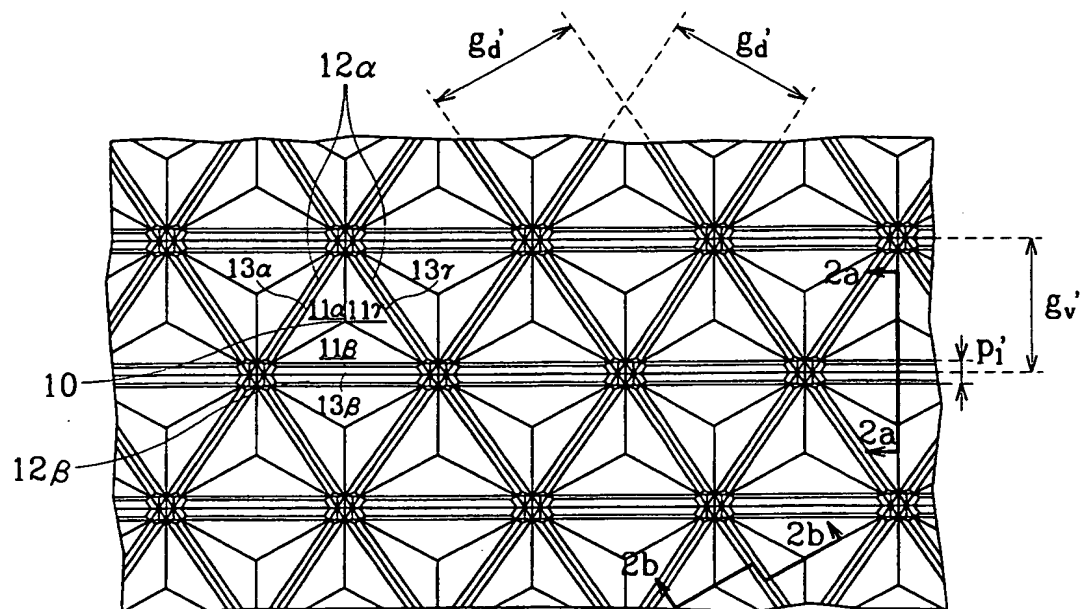
FIG.6

retroreflection
capacity

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7/14

FIG. 7



THIS PAGE BLANK (USPTO)

8/14

FIG.8A

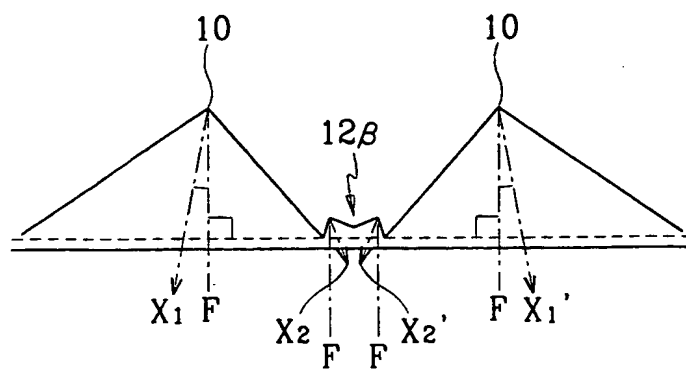
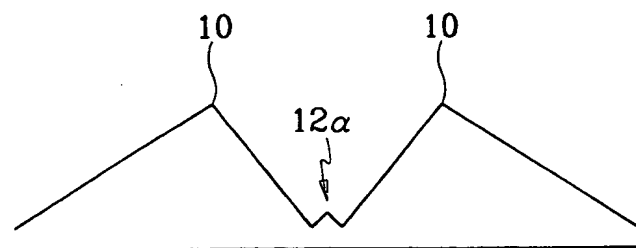


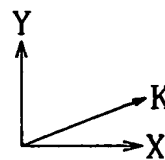
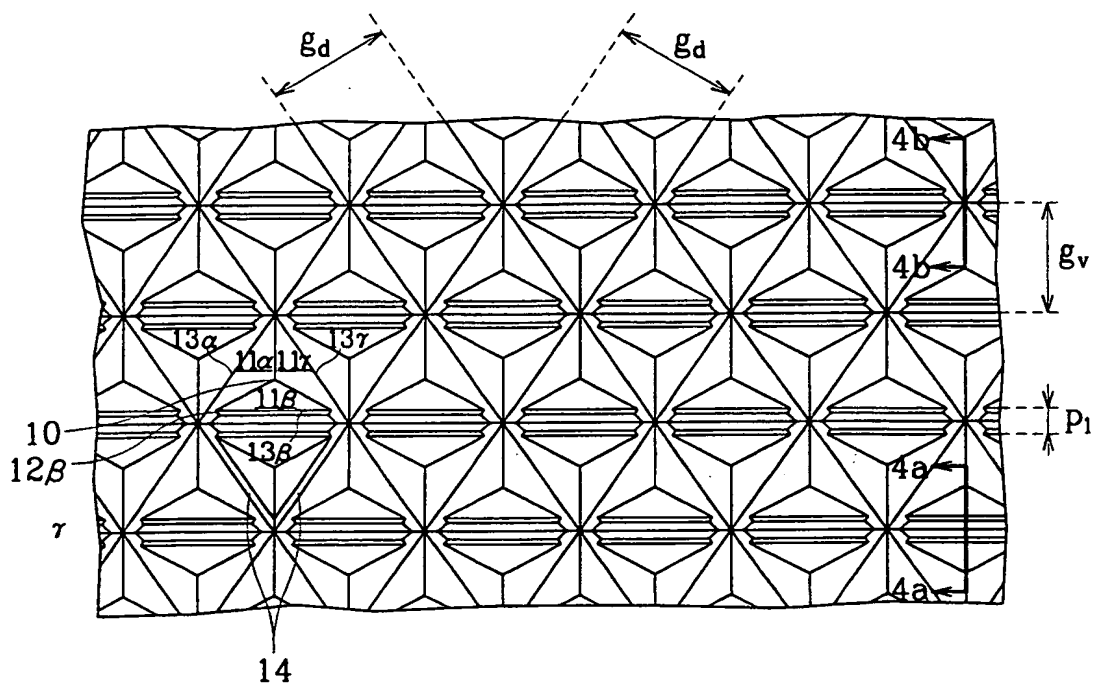
FIG.8B



THIS PAGE BLANK (USPTO)

9/14

FIG. 9



THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/14

FIG. 10A

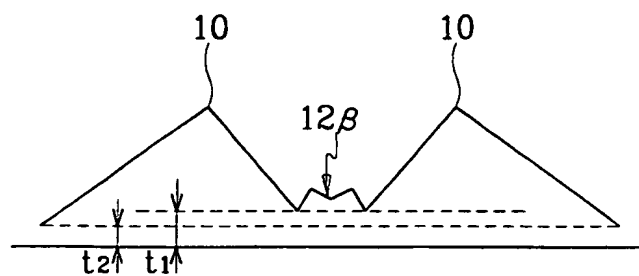
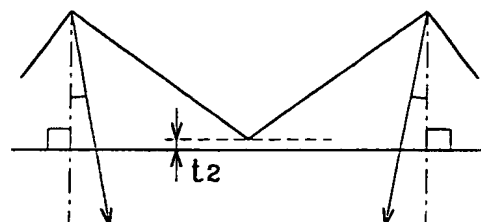


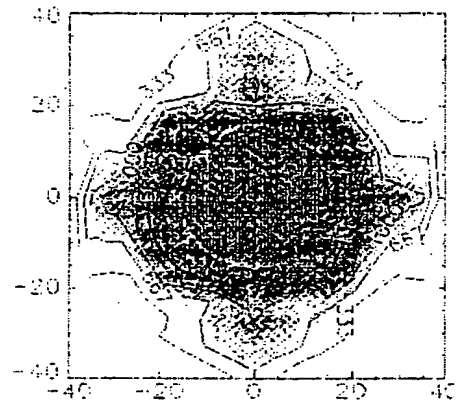
FIG. 10B



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.11

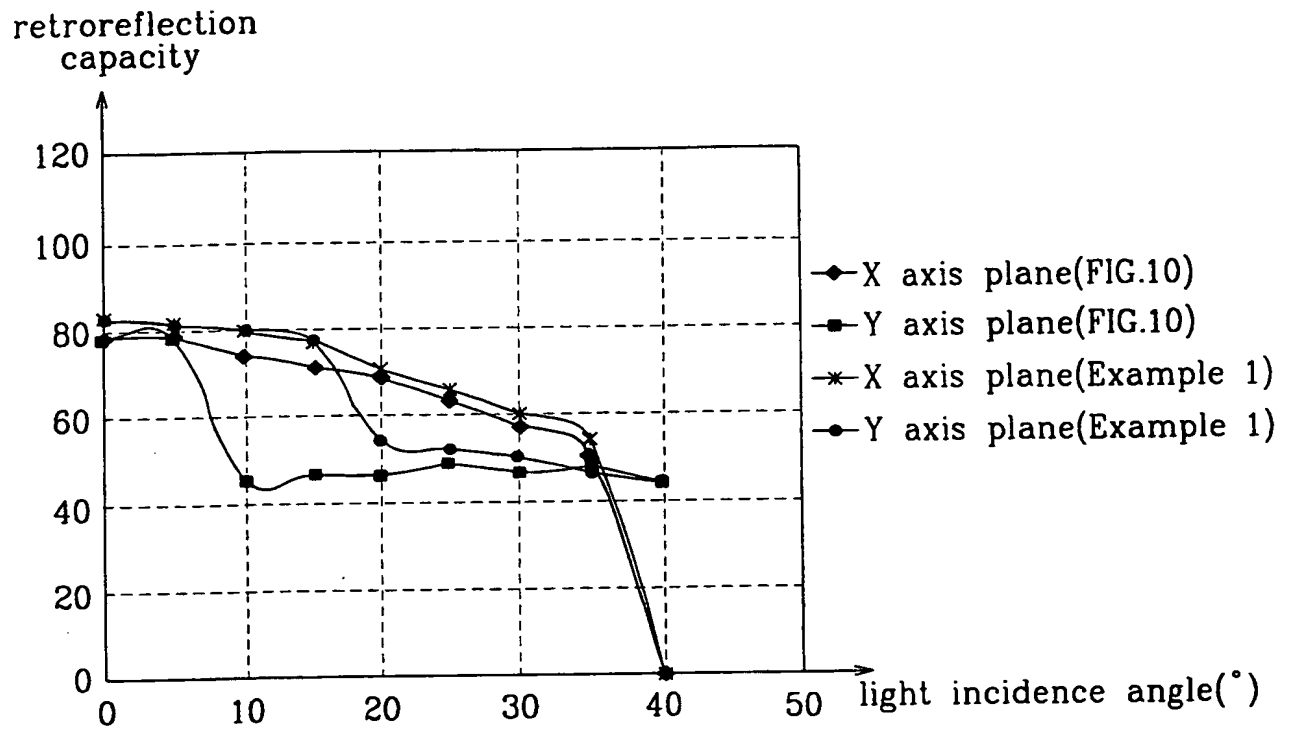
11/14



THIS PAGE BLANK (USPTO)

12/14

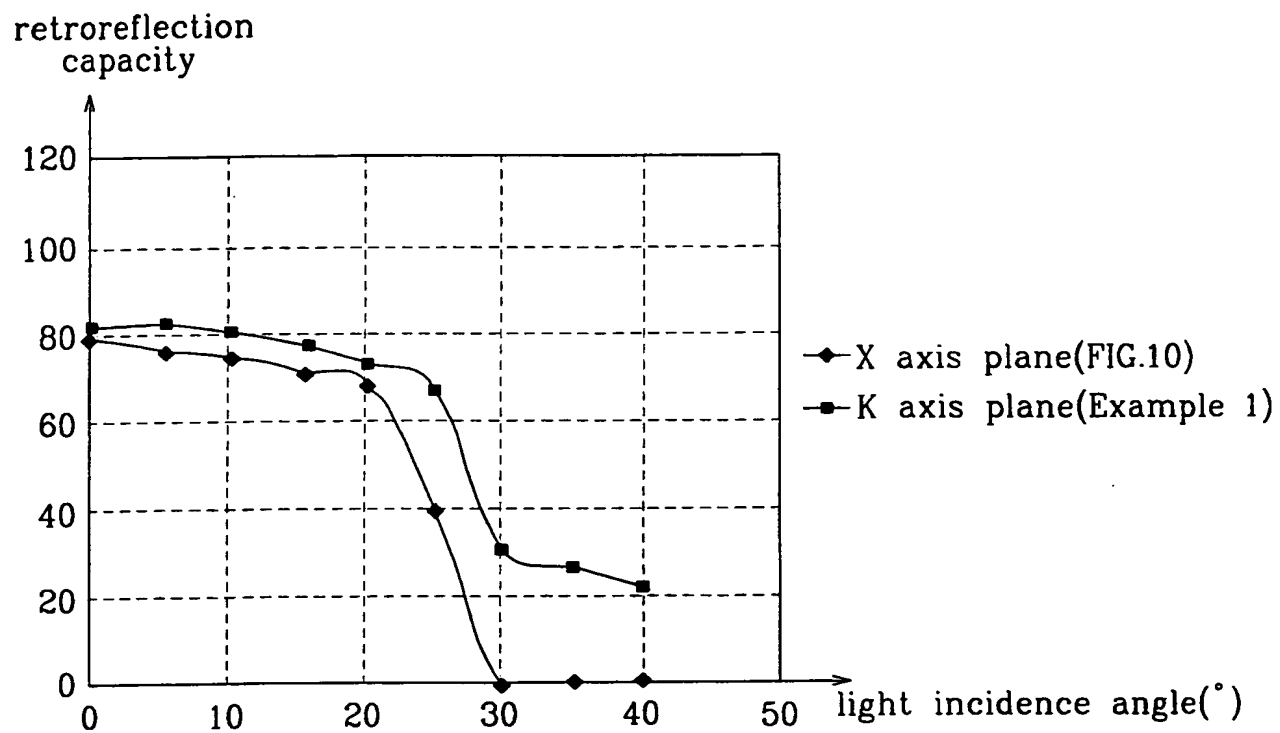
FIG. 12A



THIS PAGE BLANK (USPTO)

13/14

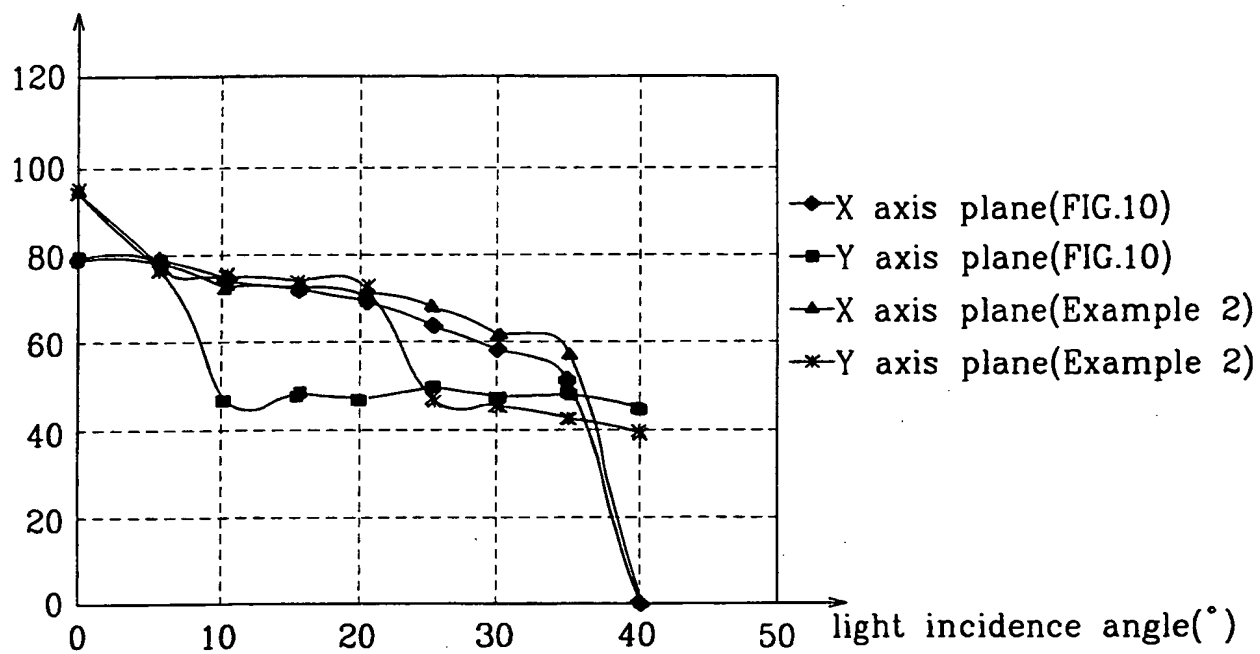
FIG. 12B



THIS PAGE BLANK (USPTO)

14/14

FIG. 13

retroreflection
capacity

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR00/01024**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****IPC7 G02B 5/124**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC7 G02B 5/122, G02B 5/124

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

NPS "retroreflective", "triangular", "prism", "refractive"

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5840406 A (REFLEXITE CORP) 24 NOVEMBER 1998	1,2,5,6
Y	US 5122902 A (MINNESOTA MINING & MFG) 16 JUNE 1992	1
Y	US 3873184 A (AMERACE ESNA CORP) 25 MARCH 1975	2
Y	US 5840405 A (MINNESOTA MINING & MFG) 24 NOVEMBER 1998	2,6
Y	US 5812315 A (MINNESOTA MINING & MFG) 22 SEPTEMBER 1998	3,6
Y	US 4938563 A (MINNESOTA MINING & MFG) 3 JULY 1990	4
Y	US 4588258 A (MINNESOTA MINING & MFG) 13 MAY 1986	4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 DECEMBER 2000 (20.12.2000)

Date of mailing of the international search report

21 DECEMBER 2000 (21.12.2000)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Industrial Property Office
Government Complex-Taejon, Dunsan-dong, So-ku, Taejon
Metropolitan City 302-701, Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

KIM, Hyong Chol

Telephone No. 82-42-481-5653



Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5840406 A	24.11.1998	WO 9610197 A1 US 5565151 A EP 787311 A1	04.06.96 15.10.96 06.08.97
US 5122902 A	16.06.1992	KR 185673 B1 JP 2285301 A2 EP 390344 A2	15.05.99 22.11.90 03.11.90
US 3873184 A	25.07.1975	None	
US 5840405 A	24.11.1998	EP 1015915 A1 CN 1216615 A CA 2252433AA AU2438797A1	05.07.00 12.05.99 06.11.97 19.11.97
US 5812315 A	22.09.1998	US 5822121A WO 9642025A1 WO 9642024A1 WO 9642023A1 EP 830623A1 EP 830622A1 EP 830622A1	13.10.98 27.12.96 27.12.96 27.12.96 25.03.98 25.03.98 25.03.98
US 4938563	03.07.1990	US 4775219 A KR 151136 B1 JP 63143502 A2 JP 2022602 A2 EP 342958 A2 EP 269329 A2 DE 3789200 C0	04.10.98 15.12.98 15.06.88 25.01.90 12.11.89 01.06.88 07.14.94
US 4588258 A	13.05.1986	ZA 8407144A NO 843586A MX 161585A KR 9202437B1 JP 60100103A2 EP 137736A2 DE 3485962C0	24.04.85 13.03.85 13.11.90 24.03.92 04.06.85 17.04.85 26.11.92

RECORD COPY

1/4

OPP000672KR

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION) - printed on 08.09.2000 01:45:38 PM

0	For receiving Office use only	
0-1	International Application No.	PCT/KR 00/01024
0-2	International Filing Date	08 September 2000 (08.09.00)
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	Korean Industrial Property Office P C T International Application
0-4	Form - PCT/RO/101 PCT Request Prepared using	PCT-EASY Version 2.91 (updated 01.07.2000)
0-5	Petition The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty	
0-6	Receiving Office (specified by the applicant)	Korean Industrial Property Office (RO/KR)
0-7	Applicant's or agent's file reference	OPP000672KR
I	Title of invention	ETROREFLECTIVE ARTICLE
II	Applicant	
II-1	This person is:	applicant only
II-2	Applicant for	all designated States except US
II-4	Name	LG CHEMICAL LTD.
II-5	Address:	LG Twin Tower Yoido-dong 20, Yongdungpo-ku, 150-721 Seoul Republic of Korea
II-6	State of nationality	KR
II-7	State of residence	KR
II-8	Telephone No.	82-42-866-2072
II-9	Facsimile No.	82-42-861-4152
III-1	Applicant and/or inventor	
III-1-1	This person is:	applicant and inventor
III-1-2	Applicant for	US only
III-1-4	Name (LAST, First)	YOON, Seok-Il
III-1-5	Address:	Youngjin Royal Apt. 102-405 Jungri-dong, Daeduk-ku 306-050 Taejeon-city Republic of Korea
III-1-6	State of nationality	KR
III-1-7	State of residence	KR

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT REQUEST

Original (for SUBMISSION) - printed on 08.09.2000 01:45:38 PM

OPP000672KR


III-2	Applicant and/or inventor	
III-2-1	This person is:	applicant and inventor
III-2-2	Applicant for	US only
III-2-4	Name (LAST, First)	BAEK, Jong-Soo
III-2-5	Address:	Damoa Apt. 110-509 Wolpyung-dong, Seo-ku 302-280 Taejeon-city Republic of Korea
III-2-6	State of nationality	KR
III-2-7	State of residence	KR
III-3	Applicant and/or inventor	
III-3-1	This person is:	applicant and inventor
III-3-2	Applicant for	US only
III-3-4	Name (LAST, First)	CHOI, Seok-Cheol
III-3-5	Address:	Samik Sowol Apt. 108-107 Pup-dong, Daeduck-ku 306-060 Taejeon-city Republic of Korea
III-3-6	State of nationality	KR
III-3-7	State of residence	KR
IV-1	Agent or common representative; or address for correspondence	
	The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:	agent
IV-1-1	Name (LAST, First)	KIM, Won-Ho
IV-1-2	Address:	Teheran Bldg., 825-33, Yoksam-dong, Kangnam-ku 135-080 Seoul Republic of Korea
IV-1-3	Telephone No.	82-2-3458-0700
IV-1-4	Facsimile No.	82-2-553-5254
IV-1-5	e-mail	email@youme.com
V	Designation of States	
V-1	Regional Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
V-2	National Patent (other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses after the designation(s) concerned)	JP US

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT REQUEST

OPP000672KR

Original (for SUBMISSION) - printed on 08.09.2000 01:45:38 PM

V-5	Precautionary Designation Statement In addition to the designations made under items V-1, V-2 and V-3, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except any designation(s) of the State(s) indicated under item V-6 below. The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit.	
V-6	Exclusion(s) from precautionary designations	NONE
VI-1	Priority claim of earlier national application	
VI-1-1	Filing date	11 September 1999 (11.09.1999)
VI-1-2	Number	1999-38822
VI-1-3	Country	KR
VII-1	International Searching Authority Chosen	Korean Industrial Property Office (KIPO) (ISA/KR)
VIII	Check list	number of sheets electronic file(s) attached
VIII-1	Request	4 -
VIII-2	Description	12 -
VIII-3	Claims	1 -
VIII-4	Abstract	1 abstract.txt
VIII-5	Drawings	14 -
VIII-7	TOTAL	32
	Accompanying items	paper document(s) attached electronic file(s) attached
VIII-8	Fee calculation sheet	✓ -
VIII-16	PCT-EASY diskette	- diskette
VIII-18	Figure of the drawings which should accompany the abstract	7
VIII-19	Language of filing of the international application	Korean
IX-1	Signature of applicant or agent	
IX-1-1	Name (LAST, First)	KIM, Won-Ho

FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	08 September 2000 (08.09.00)
10-2	Drawings:	
10-2-1	Received	
10-2-2	Not received	
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application	
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)	
10-5	International Searching Authority	ISA/KR

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/4

PCT REQUEST

OPP000672KR

Original (for SUBMISSION) - printed on 08.09.2000 01:45:38 PM

10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	
------	--	--

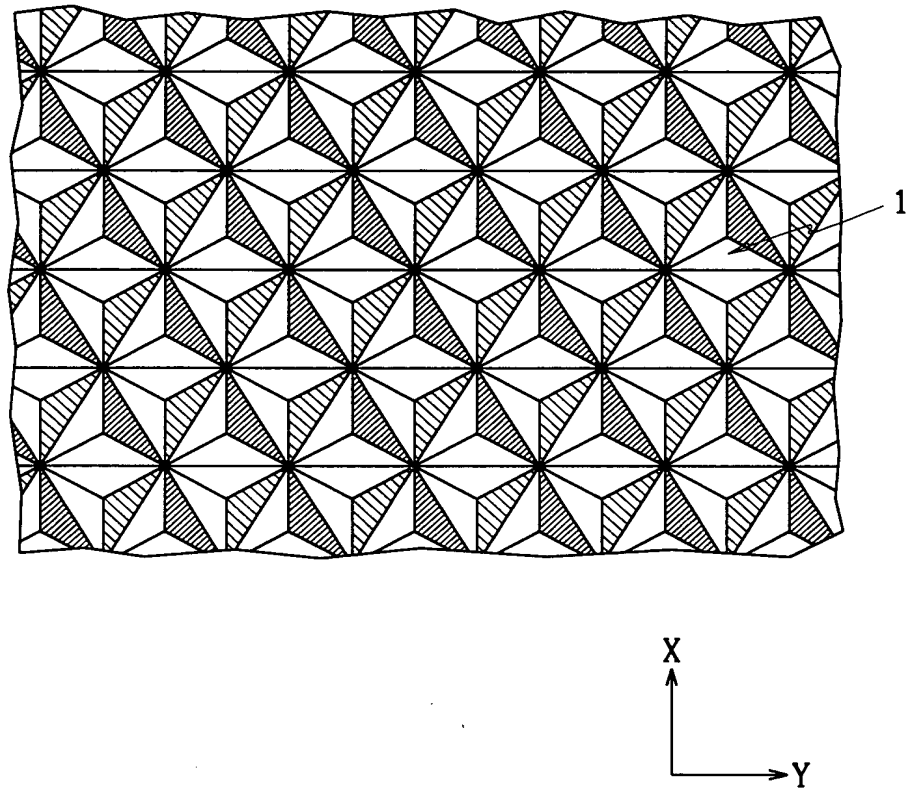
FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by the International Bureau	26 SEPTEMBER 2000	(26. 09. 00)
------	---	-------------------	----------------

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1/14

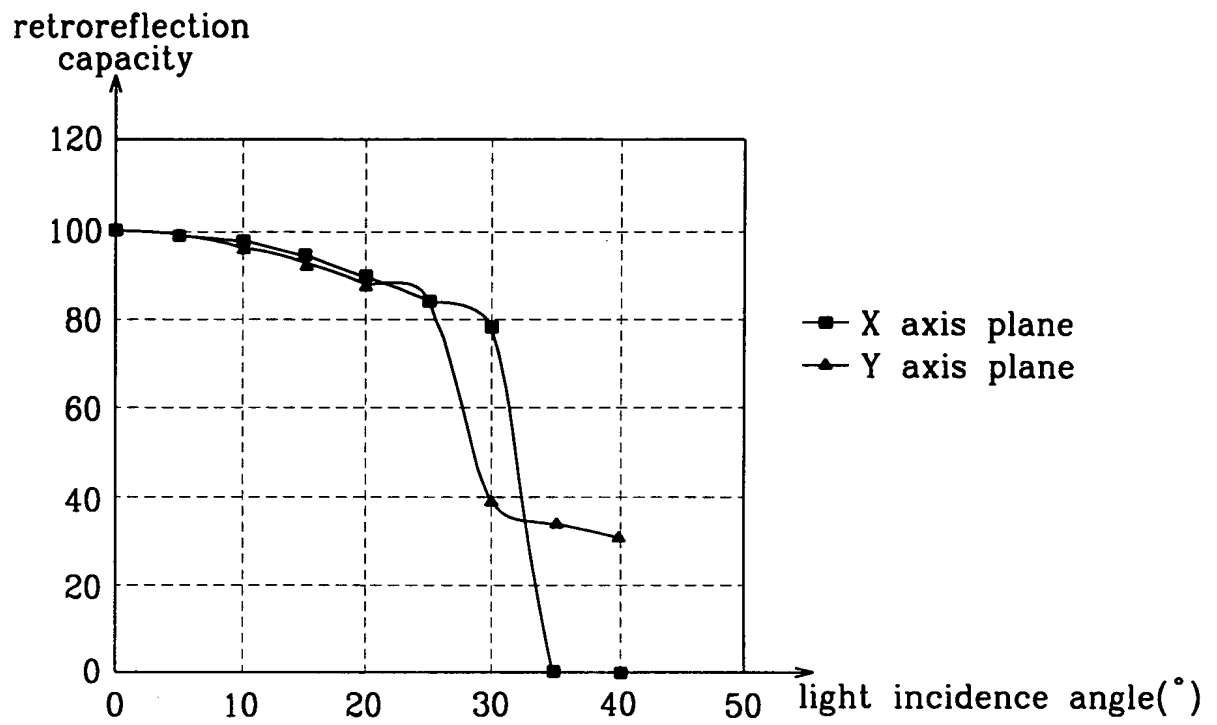
FIG. 1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/14

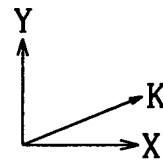
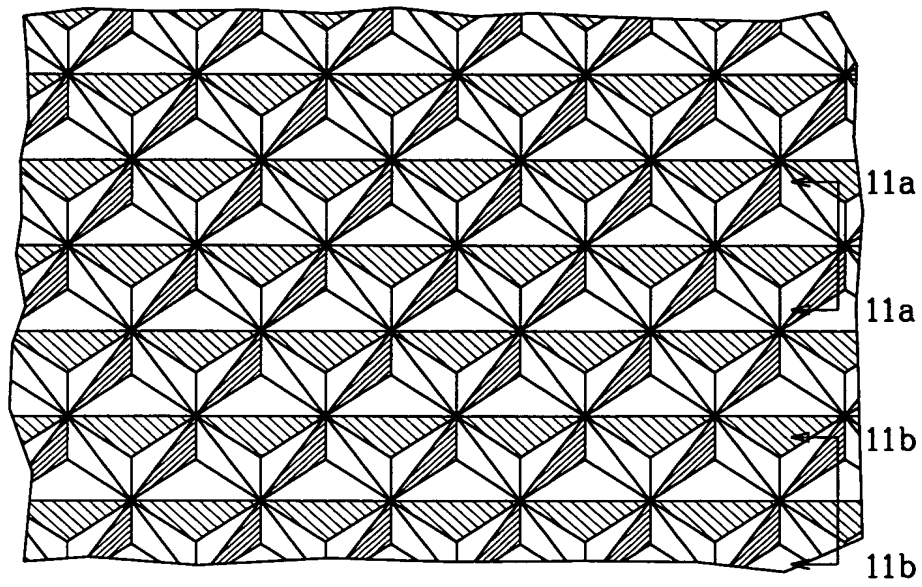
FIG.2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/14

FIG.3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/14

FIG. 4A

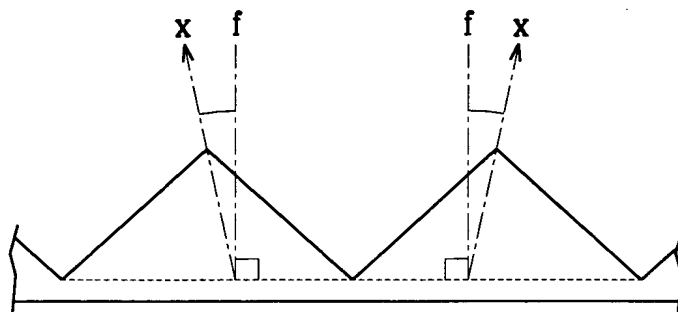
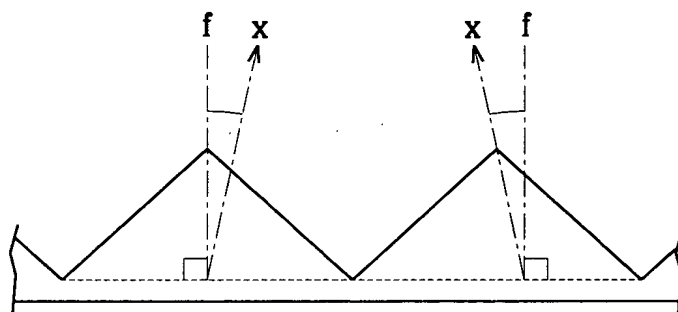


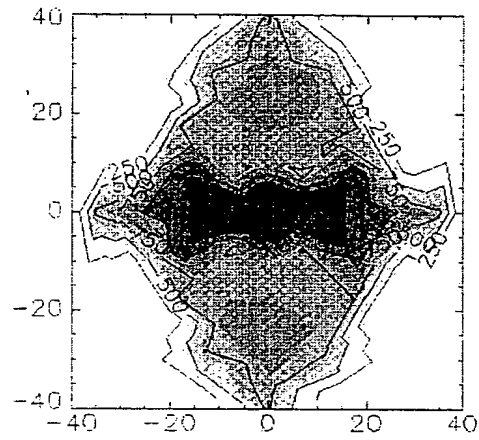
FIG. 4B



THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/14

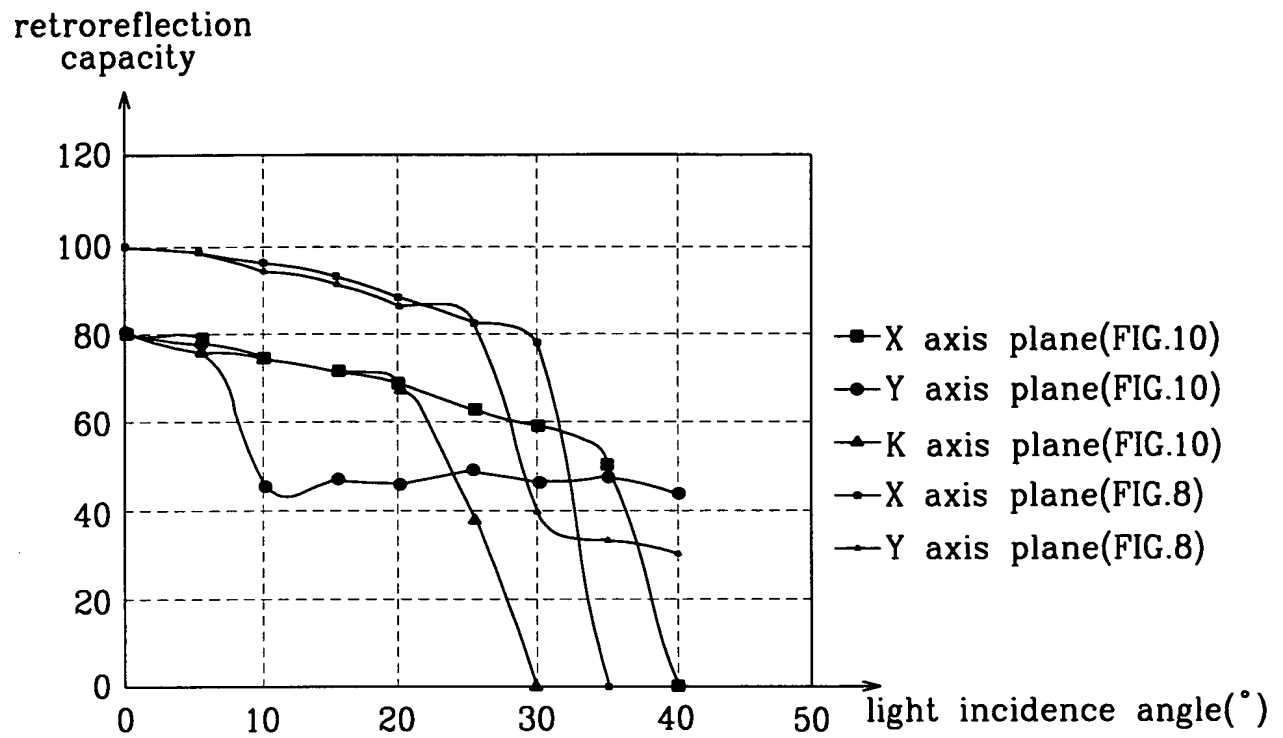
FIG.5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

6/14

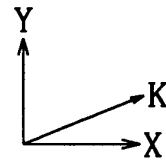
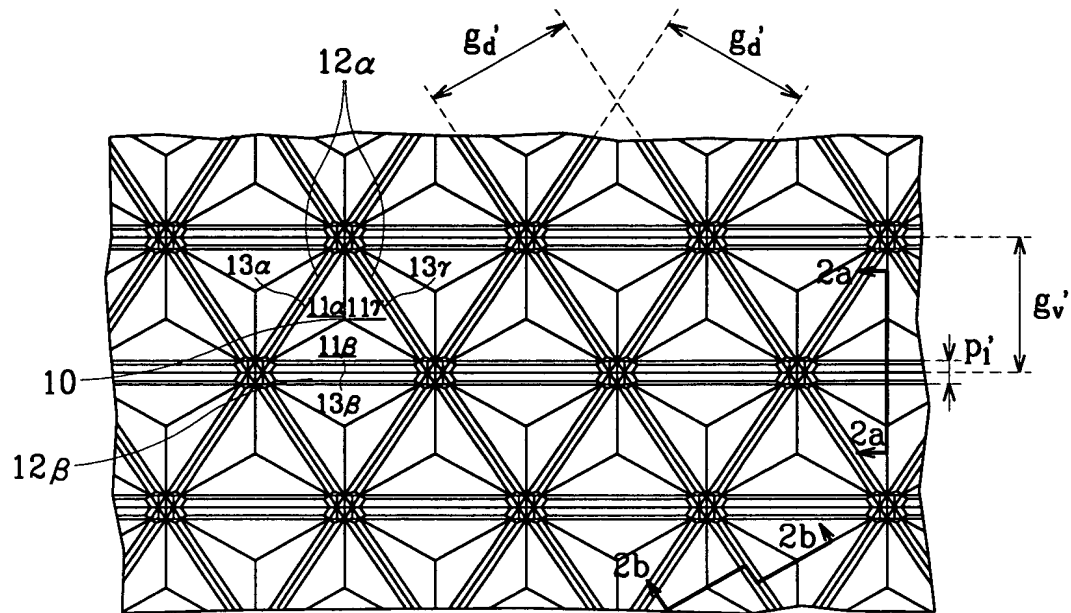
FIG.6



THIS PAGE BLANK (USPTO)

7/14

FIG. 7



THIS PAGE BLANK (USPTO)

8/14

FIG.8A

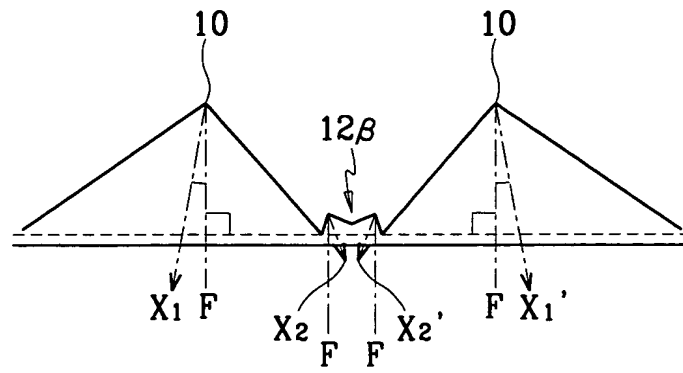
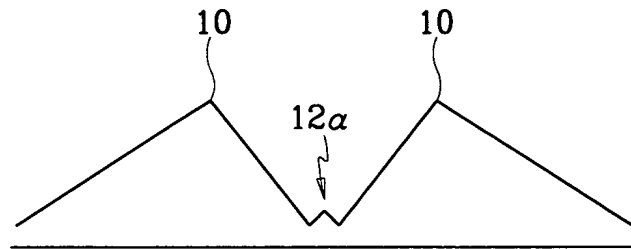


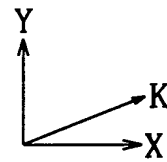
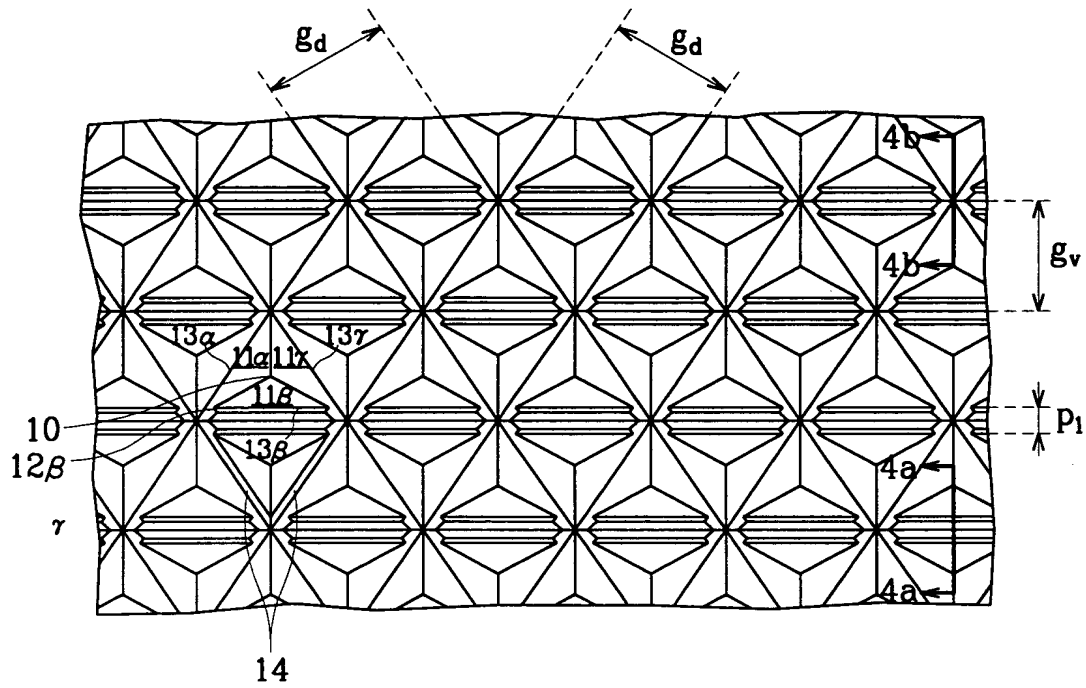
FIG.8B



THIS PAGE BLANK (USPTO)

9/14

FIG.9



THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/14

FIG. 10A

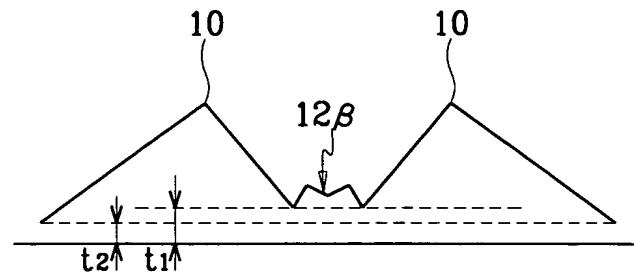
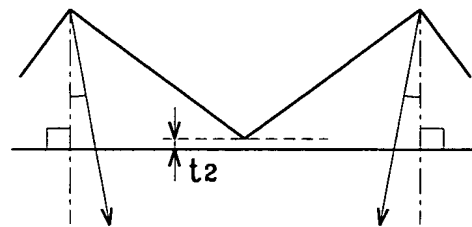


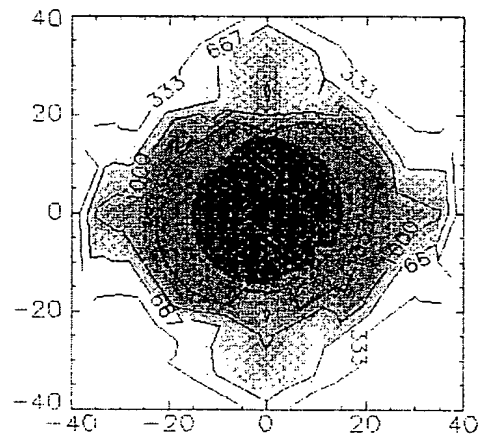
FIG. 10B



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.11

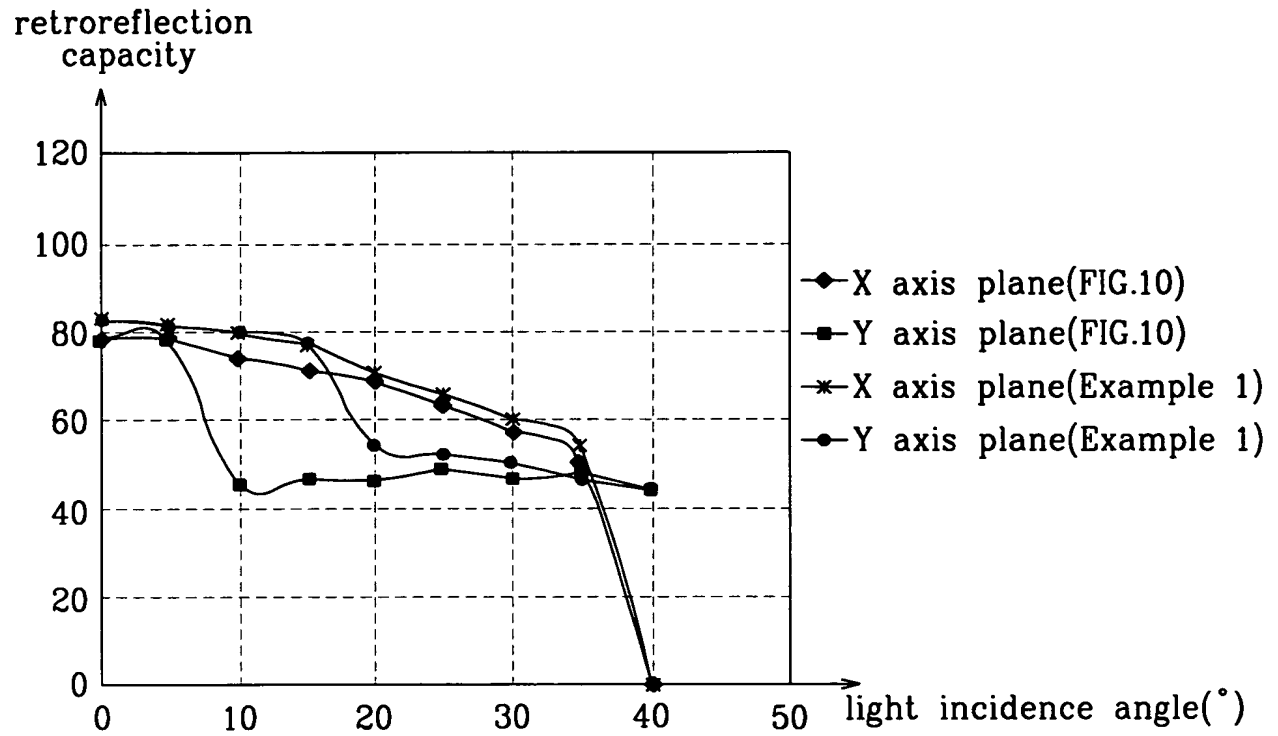
11/14



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.12A

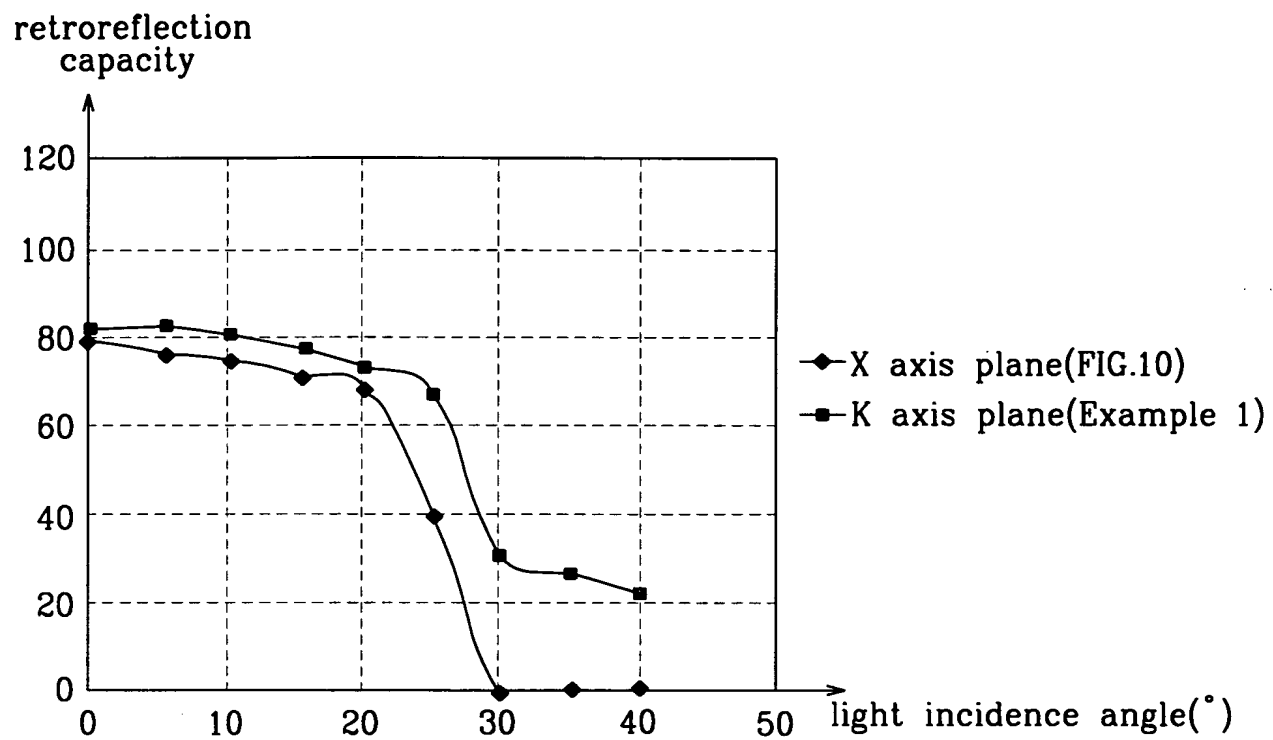
12/14



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG.12B

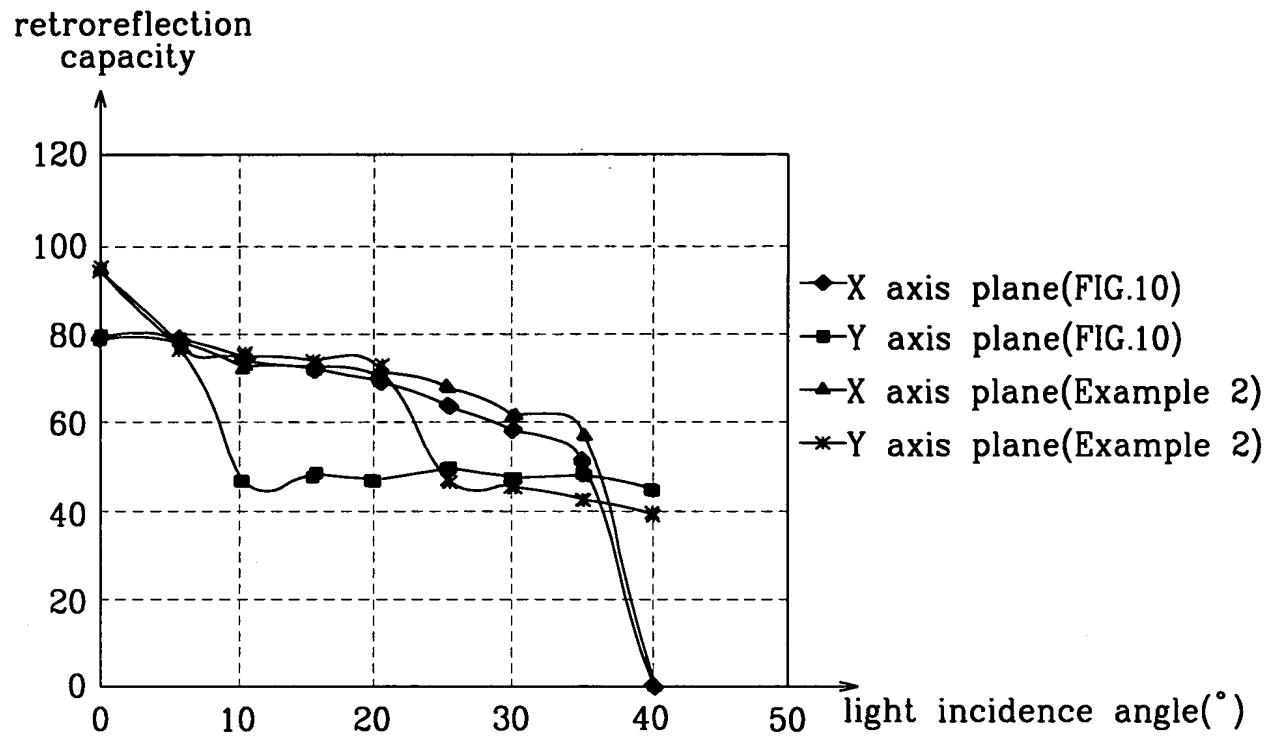
13/14



THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 13

14/14



THIS PAGE BLANK (USPTO)

재귀 반사체

발명에 대한 배경

5 (a) 발명이 속하는 기술분야

본 발명은 재귀 반사체에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 평평한 전
면과 요철부를 가지도록 가공된 후면을 구비하고 있으며, 상기 후면의 요
철부가, 상호 수직이고 한 점을 공통의 꼭지점으로 삼는 세 삼각형의 연
속적인 배열 및 상기 세 삼각형의 모서리 중에서 서로 공유되지 않는 모
10 서리의 적어도 하나 이상을 따라서 배열된 선형의 삼각 프리즘을 포함함
으로써 우수한 재귀 반사 성능 및 보다 넓은 앵글래리티가 방향에 무관하
게 얻어지는 재귀 반사체에 관한 것이다.

(b) 종래기술

재귀 반사체는 장식용 재료, 안전을 위한 반사 테이프, 반사 벨트,
15 도로 표지판, 경고용 반사판 등에 널리 사용되는 제품이다. 재귀 반사체
는 입사하는 광을 입사방향의 반대방향으로 되돌려 반사시키는 재귀 반사
의 원리를 이용하며, 이러한 재귀 반사는 큐브 코너(cube-corner)에서의
상호 직각을 이루는 세 옆면에서 광이 내부 전반사됨으로써 이루어진다.

일반적으로 재귀 반사체는 유리 또는 피엠엠에이(PMMA : poly
20 methyl metacrylate)와 같은 광학적으로 투명한 재질로 이루어져 시트형태
로 제작되며 시트의 일면 상에 큐브 코너가 연속적으로 배열되는 형상으
로 시트의 일면이 가공되어 있다.

큐브 코너는 큐브, 즉 입방체의 한 쪽 코너부분을 잘랐을 때 생기
는 삼각뿔을 생각하면 쉽게 이해된다. 큐브 코너의 기본적인 구조는 세
25 옆면이 서로 직각을 이루고 밑면은 삼각형인 삼각뿔의 구조이며, 재귀 반
사체 일면의 기본적인 구조는 이러한 삼각뿔들이 연속적으로 배열된 구조
로 이루어져 있다. 특히, 밑면이 정삼각형인 정삼각뿔(1) 형태의 큐브 코
너가 일면 상에 연속적으로 배열되도록 가공된 재귀 반사체의 평면도가

THIS PAGE BLANK (USPTO)

도 1에 도시되어 있다.

큐브 코너의 광축은 뿔의 정점으로부터 세 옆면과 동일한 각도를 이루면서 밑면까지에 이르는 선으로 정의된다. 그리고, 재귀 반사 시트에 수직한 방향을 정면 방향으로 정의하며, 이 정면 방향으로 입사된 빛에
5 대해서는 재귀 반사 성능이 좋다. 반면에 정면 방향으로부터 어느 일정각도 이상 벗어난 각도로 입사하는 광은 삼각뿔의 세 옆면에서의 내부 전반사 조건을 만족하지 않게 되어 재귀 반사가 일어나지 않는다.

이와 같이 정면 방향과 소정의 각을 가지고 입사된 빛에 대한 재귀 반사 성능을 재귀 반사체의 앵글래리티(angularity)라 하며, 일반적으로
10 넓은 앵글래리티를 가지는 것을 선호한다. 실제로 도로 표지판용의 재귀 반사체에 대해서는 정면 및 30°에서의 재귀 반사 성능을 법규상으로 규제하고 있다.

그러나, 도 1에 도시된 바와 같이 정삼각뿔(1)로 이루어진 재귀 반사체는 매우 협소한 앵글래리티를 가진다. 도 2는 도 1에 도시된 재귀 반
15 사체에서 정면 방향으로부터 0-40°의 경사를 이루는 각으로 입사된 빛에 대해 재귀 반사 성능을 측정한 결과를 나타내는 그래프로서, 정면 방향으로 입사된 경우의 재귀 반사 성능을 최대값으로 하여 백분율로 나타낸 것이다. 도 2에 도시된 바와 같이 도 1과 같은 정삼각뿔(1) 형태의 큐브 코너로 이루어진 기본적인 재귀 반사체는 정면에서 약 20°까지는 어느 정도
20 균일한 재귀 반사 성능이 확보되며, 그 재귀 반사 성능이 입사각의 방향에 무관하게 얻어지는 바람직한 성능을 나타낸다. 그러나, 재료의 굴절율에 따라 다소 차이가 나지만 대략 20-30°이상의 입사각에 대해서는 재귀 반사 성능이 급격하게 저하되는 단점이 있다.

따라서 재귀 반사체가 보다 더 넓은 앵글래리티를 가지도록 하기
25 위하여 재귀 반사 시트의 일면에 배열된 정삼각뿔 형상을 변형시킨다. 이는 큐브 코너의 광축을 특정한 방향으로 기울여서 밑면인 정삼각형을 이등변 또는 부등변 삼각형으로 변형시킨 것으로서, 큐브 코너의 광축을 특정 방향으로 기울이면 재귀 반사 성능이 정면에서는 감소하고 특정 방향에서는 향상된다.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

광축의 기울임을 통해 기존의 정삼각뿔 구조에 비하여 향상된 재귀 반사 성능을 얻는 방법이 미국 특허 제4588258호에 개시되어 있다. 미국 특허 제4588258호에 의한 재귀 반사체의 평면도가 도 3에 도시되어 있으며, 여기서는 큐브 코너의 광축을 약 7°내지 13°기울임으로써 재귀 반사 시트의 면에 포함된 서로 수직하는 두 방향으로 잡은 X 및 Y 방향에 대해 30°이상의 입사각에서의 재귀 반사 성능이 향상됨을 보였다.

도 3에 도시된 재귀 반사체를 이루고 있는 큐브 코너의 광축 기울임을 나타내기 위해 도 3에서의 4A 및 4B를 따라서 본 단면도가 각각 도 4a 및 도 4b에 도시되어 있다. 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 광축(x)은 재귀 반사 시트의 정면 방향(f)에 대해 기울임 각을 갖게 된다.

이러한 광축 기울임을 가진 큐브 코너로 이루어진 재귀 반사체의 재귀 반사 성능을 전산모사한 결과가 도 5에 도시되어 있다. 도 5는 등광도 곡선으로서 도 3에 도시된 재귀 반사체에 여러 방향으로 빛을 입사시켰을 경우의 재귀 반사 계수치를 등치선도로 표현한 것이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 재귀 반사 시트의 정면 방향으로부터 Y축 방향으로 입사각 변화를 줄 때 그 입사각이 40도 이상일 때에도 어느 정도의 재귀 반사 성능이 확보되고, X축 방향으로 입사각 변화를 줄 때에도 Y축 방향으로 입사각 변화를 줄 경우보다는 낮지만 재귀 반사 성능이 향상되었다. 즉, X축과 Y축에 대해서는 비교적 넓은 앵글래리티를 얻을 수 있었다. 그러나 X와 Y축의 중간방향인 K축에 대해서는 매우 좁은 앵글래리티를 나타내는 문제점이 있었다.

도 6은 재귀 반사 시트의 일면을 이루고 있는 큐브 코너가 정삼각뿔일 경우와 광축이 재귀 반사 시트의 정면으로부터 9.2°만큼 기울어지도록 정삼각뿔에서 변형된 경우 각각에 대하여 입사광의 각을 변화시키면서 측정된 재귀 반사 성능을 도시한 그래프이다. 이 때 큐브 코너가 정삼각뿔인 경우에는 X축 및 Y축에 대해 입사광의 각을 변화시키면서 재귀 반사 성능을 측정하였고, 큐브 코너의 광축을 9.2°만큼 기울였을 경우에는 X축, Y축 및 K축에 대해 입사광의 각을 변화시키면서 재귀 반사 성능을 측정하였다. 앞에서 설명한 바와 같이, 큐브 코너의 광축을 기울이면 X축 및

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Y축 방향 모두에 대해 정면과 가까운 방향으로 재귀 반사 성능이 떨어지지만 보다 넓은 앵글래리티를 확보할 수 있다. 그러나 광축을 기울였을 경우 X축 및 Y축 방향으로의 넓은 앵글래리티에 비해 K축 방향으로는 협소한 앵글래리티를 나타낸다.

5 상기한 바와 같이 미국 특허 제4588258호에서 큐브 코너의 광축을 약 7-13°기울인 것과는 달리, 광축을 음의 각도로 기울인 방법도 있다. 미국 특허 제2310790호에서는 큐브 코너의 광축을 약 -7.4° 기울임으로써 광축을 포함하는 면에 수직한 방향으로 입사하는 광에 대한 앵글래리티를 향상시켰다.

10 그러나, 이와 같은 광축의 기울임 각도는 특정한 입사 방향에 대해서는 재귀 반사 성능이 향상되나 그 외의 여러 입사 방향에 대해서는 재귀 반사 성능의 향상을 기대할 수는 없다. 이 문제를 해결하기 위한 방법으로서는 타일링법이 있으며, 이것은 한 입사 방향에 대해 재귀 반사 성능이 우수한 재귀 반사체를 방향성을 주면서 타일링함으로써 여러 입사 방
15 향에 대해 재귀 반사 성능을 향상시키고자 한 것이다. 하지만 타일링법에서는 전체적인 밝기가 저하되는 단점이 있었다.

 상기한 바와 같은 방법들은 광축의 기울임 각도를 상하 방향으로 변화시킨 것으로서 결과적으로 큐브 코너의 밀면은 이등변 삼각형의 형태를 가진다. 그러나, 이와는 달리, 광축의 기울임 각도를 상하 및 좌우
20 방향으로 동시에 변화시켜 큐브 코너의 밀면을 부등변 삼각형 형태로 함으로써 여러 입사 방향에 대해 재귀 반사 성능을 향상시키고자 시도한 방법이 있었다. 일례로는 미국 특허 제5822121호에 개시된 방법이 있으며, 여기서는 부등변 삼각형을 큐브 코너의 밀면으로 하면서 광축의 기울임 각도를 4°내지 15°로 조절하였다. 그러나 이 방법에서는 3가지 형상의 바
25 이트로 큐브 코너의 홈을 가공해야 하기 때문에 공정이 번거로운 단점이 있었다. 그리고 부등변 삼각형을 밀면으로 가지는 큐브 코너의 경우에는 입사각이 증가함에 따라서 좋은 재귀 반사 성능을 확보할 수 없다는 단점이 있었다.

또 다른 방법으로서 크기가 다른 큐브 코너를 조합한 방법이 있다.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

미국 특허 제5840406호에서는 큐브 코너 금형에서 일부분을 제거함으로써 크기가 다른 큐브 코너가 함께 배열되도록 하며 크기가 작은 큐브 코너에 자연적으로 생성된 면을 통해서는 내부 광이 투과할 수 있는 기능을 갖도록 하였다. 또한 미국 특허 제5122902호에서도 내부 조명의 투과가 가능하도록 잘려진 큐브 코너를 사용하였는데, 이 잘려진 면은 평면이거나 곡면이 되도록 하였다. 그러나 이러한 방법들은 입사된 광의 일부분은 투과되는 것을 목적으로 하기 때문에 재귀 반사되는 빛의 절대적인 밝기가 저하되는 문제점이 있었다.

발명에 대한 요약

10 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 그 목적은 우수한 재귀 반사 성능 및 보다 넓은 앵글래리티를 방향에 무관하게 얻을 수 있는 재귀 반사체를 제공하는 데 있다.

상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 재귀 반사체는 평평한 전면과 요철부를 가지도록 가공된 후면을 구비하고 있으며, 상기 후면의 요철부가, 상호 수직이고 한 점을 공통의 꼭지점으로 삼는 세 삼각형의 연속적인 배열 및 상기 세 삼각형의 모서리 중에서 서로 공유되지 않는 모서리의 적어도 하나 이상을 따라서 배열된 선형의 삼각 프리즘을 포함한다.

이 때, 상기 세 삼각형의 모서리 중에서 서로 공유되지 않는 모서리는 공동면에 존재할 수도 있고 또는 공동면에 존재하지 않을 수도 있다.

그리고, 상기 재귀 반사체는 굴절율이 1.4~1.7인 물질로 이루어지는 것이 바람직하다.

또한, 상기 실질적으로 큐브코너 형상을 이루는 다면체의 광축은 상기 재귀 반사체의 전면에서 수직인 축과 $-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 를 이루는 것이 바람직하다.

그리고, 상기 선형의 삼각 프리즘이 상기 실질적으로 큐브코너 형상을 이루는 다면체의 밑면 모서리의 적어도 하나 이상을 따라서 배열될 때, 한 모서리에 대해 적어도 하나 이상의 선형의 삼각 프리즘이 배열되는 것이 바람직하다.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

또한, 상기 실질적으로 큐브코너 형상을 이루는 다면체의 밀면의 모서리는 서로 다른 길이를 가지는 것이 바람직하다.

도면의 간단한 설명

도 1은 정삼각뿔 형태의 큐브 코너가 일면 상에 연속적으로 배열
5 되도록 일면이 가공된 재귀 반사체의 평면도이다.

도 2는 도 1에 도시된 재귀 반사체에서 정면으로부터 0-40°의 경사를 이루는 입사각으로 입사된 빛에 대해 재귀 반사 성능을 측정한 결과를 나타내는 그래프이다.

도 3은 종래 기술에 의한 재귀 반사체의 평면도이다.

10 도 4a 및 도 4b는 각각 도 3에서 4A 및 4B로 표시된 선을 따라서 본 단면도이다.

도 5는 도 3에 도시된 재귀 반사체의 재귀 반사 성능을 전산모사한 결과를 나타내는 등광도 곡선이다.

도 6은 큐브 코너가 정삼각뿔일 경우와 큐브 코너의 광축이 재귀
15 반사 시트의 정면으로부터 9.2°만큼 기울어지도록 정삼각뿔에서 변형된 경우 각각에 대하여 입사광의 각을 변화시키면서 측정한 재귀 반사 성능을 도시한 그래프이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 후면이 요철부를 가지도록 가공된 재귀 반사체의 평면도이다.

20 도 8a 및 도 8b는 각각 도 7에서 8A 및 8B로 표시된 선을 따라 잘라본 단면도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따라 한쪽 방향으로만 선형의 삼각 프리즘이 배열된 재귀 반사체의 평면도이다.

도 10a 및 도 10b는 각각 도 9에 표시된 10A 및 10B로 표시된
25 선을 따라 잘라본 단면도이다.

도 11은 본 발명의 실시예 1에 따른 재귀 반사체의 재귀 반사 성능을 전산모사한 결과를 나타내는 등광도 곡선이다.

도 12a는 실시예 1에 따른 재귀 반사체에 대하여 X축 및 Y축의 방향으로 입사광의 각을 변화시키면서 측정한 재귀 반사 성능을 도시한

THIS PAGE BLANK (USPTO)

그래프이다.

도 12b는 실시예 1에 따른 재귀 반사체에 대하여 K축 방향으로 입사광의 각을 변화시키면서 측정한 재귀 반사 성능을 도시한 그래프이다.

도 13은 실시예 2에 따른 재귀 반사 시트에 대하여 X축 및 Y축의
5 방향으로 입사광의 각을 변화시키면서 측정한 재귀 반사 성능을 도시한 그래프이다.

발명에 대한 상세한 설명

이하, 본 발명에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

본 발명에 따른 재귀 반사체는 유리, 피엠엠에이와 같이 광학적으로
10 로 투명하고 굴절율이 1.4~1.7인 물질로 이루어져 있고, 보통 시트형태로 제작되며 시트의 전면은 평평하고 후면은 요철부를 가지도록 가공되어 있다.

본 발명에서는 유리, 피엠엠에이, 폴리카보네이트, 자외선 경화수지, 또는 아크릴 등과 같이 광학적으로 투명하고 굴절율이 1.4~1.7인 물
15 질을 이용하고, 상기한 바와 같은 요철부를 가지도록 재귀 반사체의 후면을 가공하는 방법은 종래 기술과 마찬가지로 상기한 물질에 흠을 내는 방법이다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따라 후면이 요철부를 가지도록 가공된 재귀 반사체의 평면도이다. 도 7에 도시된 바와 같이 본 발명에서는
20 재귀 반사체의 후면에 가공된 요철부가, 상호 수직이고 한 점을 공통의 꼭지점(10)으로 삼는 세 삼각형(11 α , 11 β , 11 γ)의 연속적인 배열뿐만 아니라 삼각 기둥 형태의 프리즘(12 α , 12 β)을 포함하도록 한다. 그리고 삼각 기둥 형태의 프리즘(12 α , 12 β)은 세 삼각형(11 α , 11 β , 11 γ)의 모서리 중에서 서로 공유되지 않는 모서리(13 α , 13 β , 13 γ)의 적어도 하나 이상을
25 따라서 배열되도록 한다. 이 때 상호 수직인 세 삼각형(11 α , 11 β , 11 γ)이 한 점을 공통의 꼭지점(10)으로 삼으면서 연속적으로 배열되면 앞에서 언급한 큐브 코너와 유사한 형상을 이루게 되며, 따라서 삼각 기둥 형태의 프리즘(12 α , 12 β)은 큐브 코너의 밑면 삼각형의 모서리를 따라서 선형적으로 배열되는 것이다. 큐브 코너와 유사한 형상이라고 한 이유는 본 발

THIS PAGE BLANK (USPTO)

명의 실시예에 따라서는 큐브 코너와는 다른 형상이 될 수도 있기 때문이며, 이에 대해서는 후술하기로 한다. 즉, 본 발명에서는 재귀 반사체의 일면을 큐브 코너와 유사한 형상뿐만 아니라 삼각 기둥 형태의 프리즘 형상 또한 가지도록 가공한다. 이하, 이러한 삼각 기둥 형태의 프리즘을 선형 5의 삼각 프리즘이라 칭한다.

선형의 삼각 프리즘이 배열된 방향에 수직한 방향으로 재귀 반사체의 앵글래리티가 향상된다. 도 7에는 세 삼각형(11α , 11β , 11γ)의 모서리들 중 서로 공유되지 않은 세 모서리(13α , 13β , 13γ) 가운데, Y축에 수직한 방향의 모서리(13β)에 대해서는 두 개의 프리즘(12β)이 쌍을 이루어 10 배열되어 있고, 나머지 두 모서리(13α , 13γ)를 따라서는 한 개의 프리즘(12α)이 배열되어 있다. 이와 같이, 선형의 삼각 프리즘이 모서리를 따라서 배열될 때에 프리즘의 개수는 한 모서리에 대해 하나 이상이면 되며, 이는 이후의 다른 실시예에서도 마찬가지로 적용된다.

그리고, 상기한 공통의 꼭지점(10)으로부터 세 삼각형과 동일한 각 15도를 이루도록 기울어져 상기 재귀 반사체의 전면을 향해 연장된 축을 광축이라고 정의하면, 광축은 재귀 반사체의 정면 방향과 반드시 일치할 필요는 없으며, -15° 내지 15° 를 이루면 된다. 또한, 선형의 삼각 프리즘에 대해서도 두 옆면이 공유하는 모서리 위의 어느 한 점으로부터 두 옆면과 동일한 각도를 이루도록 기울어져 상기 재귀 반사체의 전면을 향해 연장 20된 축을 광축이라고 정의하면, 프리즘의 광축은 재귀 반사체의 정면 방향과 반드시 일치할 필요가 없으며 임의의 각을 이룬다. 이것은 이후의 다른 실시예에서도 마찬가지로 적용된다. 이러한 광축의 경사각은 도 7에서 8A 및 8B로 표시된 선을 따라 잘라본 단면도인 도 8a 및 도 8b에 잘 나타나있다.

25 도 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같이, 삼각형의 광축($X1$, $X1'$) 및 프리즘의 광축($X2$, $X2'$)은 재귀 반사체의 정면 방향(F)에 대해 소정 각도를 가지고 있다. 이 때 도 8a의 단면도를 우측으로 계속 연장한 것을 가정하여 설명하면, 광축 $X1'$ 에 이어서는 $X1$ 에 평행한 방향으로 광축을 기울이고, 여기에 이어서 다시 광축 $X1'$ 에 평행한 방향으로 광축을 기울어

THIS PAGE BLANK (USPTO)

면 재귀 반사 성능이 향상될 수 있다. 즉, 도 8a의 단면도에서는 X1 과 X1'에 평행한 방향의 광축이 반복적으로 나타나는 것이 바람직하며, 이러한 반복성은 도 8b의 단면도에서도 마찬가지이다. 또한 도 8a에는 두 개가 한 쌍을 이룬 프리즘(12 β)이 도시되어 있고, 도 8b에는 한 개의 프리즘(12 α)이 도시되어 있다.

그리고, 세 삼각형(11 α , 11 β , 11 γ)의 모서리들 중에서 서로 공유되지 않은 세 모서리(13 α , 13 β , 13 γ)는 서로 다른 길이를 가질 수 있으며, 이는 이후의 다른 실시예에서도 마찬가지로 적용된다.

또한, 특정 방향으로의 재귀 반사 성능을 향상시키기 위해 세 삼각형(11 α , 11 β , 11 γ)의 모서리들 중에서 서로 공유되지 않은 세 모서리(13 α , 13 β , 13 γ) 가운데, 하나만을 따라서 선형의 삼각 프리즘이 배열될 수도 있다. 이러한 경우의 재귀 반사체의 평면도가 도 9에 도시되어 있다. 도 9에 도시된 재귀 반사체는 Y축 방향으로만 재귀 반사 성능을 향상시키기 위해 상호 수직이고 한 점을 공통의 꼭지점(10)으로 삼는 세 삼각형(11 α , 11 β , 11 γ)의 모서리들 중에서 서로 공유되지 않은 세 모서리(13 α , 13 β , 13 γ) 가운데, Y축에 수직인 모서리(13 β)에 대해서만 한 쌍의 프리즘(12 β)이 배열되어 있다.

이 때 세 삼각형(11 α , 11 β , 11 γ) 중에서 프리즘(12 β)이 배열된 한 삼각형(11 β)을 제외한 나머지 두 삼각형(11 α , 11 γ)을 형성할 때에는 홈을 더 깊게 내주어 전체적인 배열이 이루어지게 한다. 이 경우에는 프리즘이 배열되지 않은 두 모서리(13 α , 13 γ)가 프리즘(12 β)이 배열된 모서리(13 β)보다 더 깊은 깊이에 존재하기 때문에, 결과적으로 큐브 코너와는 다른 형상이 된다. 그리고 깊게 낸 홈에 의해 발생하는 부가적인 면적(14) 역시 재귀 반사에 참여하여 전체적인 재귀 반사 성능이 향상된다.

프리즘이 배열된 한 모서리와 배열되지 않은 두 모서리의 깊이가 다르다는 것은 도 9에 표시된 10A 및 10B로 표시된 선을 따라 잘라본 단면도인 도 10a 및 도 10b에 잘 나타나있다. 도 10a 및 도 10b에 표시된 바와 같이, 프리즘(12 β)이 배열된 모서리(13 β)는 재귀 반사체의 전면으로부터 t1의 두께에 존재하며, 프리즘이 배열되지 않은 모서리(13 α , 13

THIS PAGE BLANK (USPTO)

γ)는 t2의 두께에 존재한다.

이하, 본 발명의 실시예에 대해 설명한다.

실시예 1

굴절율이 1.58인 폴리머 재료를 이용하여 도 9에 도시된 바와 같
5 은 형상으로 가공하여 재귀 반사체를 제조하였다. 이 때 두 개가 쌍을 이
루는 선형의 삼각 프리즘의 전체 폭(도 9에서 p1에 해당)은 $100\mu\text{m}$ 로 하
고 각 홈 사이의 간격(도 9에서 gd, gv에 해당)은 각각 $445\mu\text{m}$ 및 $423\mu\text{m}$
로 하였다. 상호 수직이고 한 점을 공통의 꼭지점으로 삼는 세 삼각형이
10 이루는 다면체에서의 광축이 재귀 반사체의 정면 방향과 약 3° 의 각을 이
루도록 하였고, 두 프리즘의 광축은 재귀 반사체의 정면 방향과 각각 Y방
향과 -Y방향에 대해 약 18° 의 각을 이루도록 하였다. 이 경우 상호 수직
이고 한 점을 공통의 꼭지점으로 삼는 세 삼각형의 모서리들 중에서 이웃
하는 두 삼각형에 의해 공유되지 않은 세 모서리 가운데, 선형의 삼각 프
리즘이 배열된 모서리와 배열되지 않은 모서리가 존재하는 깊이의 차이는
15 약 $19.72\mu\text{m}$ 이었다.

실시예 1에 따른 재귀 반사체의 재귀 반사 성능을 전산모사한 결
과가 도 11에 도시되어 있다. 도 11은 등광도 곡선으로서 재귀 반사체에
여러 방향으로 빛을 입사시켰을 경우의 재귀 반사 계수치를 등치선도로
표현한 것이다. 도 11에 도시된 바와 같이, 등광도 곡선은 원형에 가까운
20 모양을 나타내어, X축 방향, Y축 방향 및 X축과 Y축의 중간 방향인 K축
방향에 대해서도 모두 넓은 앵글래리티가 확보된다. 이러한 실시예 1에
따른 재귀 반사체의 우수한 성능은 종래 기술에 따른 재귀 반사체에 대한
등광도 곡선인 도5와 비교하면 더욱 잘 이해된다.

도 12a는 실시예 1에 따른 재귀 반사 시트에 대하여 X축 및 Y축
25 의 방향으로 입사광의 각을 변화시키면서 측정한 재귀 반사 성능을 도시
한 그래프로서, 앞에서 언급한 미국 특허 제4588258호의 결과인 도 6의
그래프 중에서 X축 및 Y축 방향에 대한 결과를 함께 도시하여 비교하였다.
이로부터 실시예 1에 따른 재귀 반사체가 9.2° 경사진 광축을 가진 큐브
코너만을 이용한 종래 기술보다 X축 및 Y축 방향에 대해 재귀 반사 성능

THIS PAGE BLANK (USPTO)

이 우수함을 알 수 있다.

도 12b는 실시예 1에 따른 재귀 반사 시트에 대하여 K축 방향으로 입사광의 각을 변화시키면서 측정한 재귀 반사 성능을 도시한 그래프로서, 앞에서 언급한 미국 특허 제4588258호의 결과인 도 6의 그래프 중
5 에서 K축 방향에 대한 결과를 함께 도시하여 비교하였다. 이로부터 실시예 1에 따른 재귀 반사체가 9.2°경사진 광축을 가진 큐브 코너만을 이용한 종래 기술보다 K축 방향의 재귀 반사 성능이 우수하고, 특히 앵글래리티가 대폭 향상됨을 알 수 있다.

실시예 2

10 굴절율이 1.58인 폴리머 재료를 이용하여 도 7에 도시된 바와 같은 형상으로 가공하여 재귀 반사체를 제조하였다. 이 때 Y축에 수직인 방향으로 두 개가 쌍을 이루는 선형의 삼각 프리즘의 전체 폭(도 7에서 p2에 해당)은 $100\mu\text{m}$ 로 하고 나머지 두 방향으로 배열되는 프리즘의 폭(도 7에서 p1'에 해당)은 약 $52.6\mu\text{m}$ 로 구성하였으며, 각 홈 사이의 간격(도 7
15 에서 gd', gv'에 해당)은 각각 $615\mu\text{m}$ 및 $584\mu\text{m}$ 로 하였다. Y축에 수직인 방향으로 두 개가 쌍을 이룬 선형의 삼각 프리즘은 Y축 방향에 대해 넓은 앵글래리티를 확보하기 위한 것이다. 상호 수직이고 한 점을 공통의 꼭지점으로 삼는 세 삼각형이 이루는 다면체에서의 광축이 재귀 반사체의 정면 방향과 약 3°의 각을 이루도록 하였다. 프리즘의 광축은 재귀 반사체
20 의 정면 방향과 일치하도록 하였다.

도 13은 실시예 2에 따른 재귀 반사 시트에 대하여 X축 및 Y축의 방향으로 입사광의 각을 변화시키면서 측정한 재귀 반사 성능을 도시한 그래프로서, 앞에서 언급한 미국 특허 제4588258호의 결과인 도 6의 그래프 중에서 X축 및 Y축 방향에 대한 결과를 함께 도시하여 비교하였다.
25 이로부터 실시예 2에 따른 재귀 반사체가 경사진 광축을 가진 큐브 코너만을 이용한 종래 기술보다 X축 및 Y축 방향에 대해 재귀 반사 성능이 우수하면서 유사한 앵글래리티를 가짐을 알 수 있다.

상기한 바와 같이, 본 발명에 따른 재귀 반사체는 종래 기술에 의한 재귀 반사체보다 보다 우수한 재귀 반사 성능을 나타냄과 동시에 보다

THIS PAGE BLANK (USPTO)

넓은 앵글래러티를 나타내는 효과가 있다.

또한, 재귀 반사 성능이 X축, Y축에 대해서 뿐만 아니라 그 중간 방향에 대해서도 넓은 앵글래러티를 나타내는 효과가 있다. 이로 인해 재귀 반사체를 응용할 때에 방향성에 크게 제약을 받을 필요가 없으므로 사용하기가 편리해지는 효과가 있다.

그리고, 재귀 반사체의 설계시 변수의 자유도가 크기 때문에 응용 분야에 따라 차별화된 재귀 반사 성능을 갖는 재귀 반사체를 제조할 수 있는 효과가 있다.

10

15

20

25

THIS PAGE BLANK (USPTO)

특허청구범위:

【청구항 1】

평평한 전면과 요철부를 가지도록 가공된 후면을 구비하고 있는
5 재귀 반사체에 있어서,

상기 후면의 요철부가, 상호 수직이고 한 점을 공통의 꼭지점으로
삼는 세 삼각형의 연속적인 배열 및 상기 세 삼각형의 모서리 중에서 서로
공유되지 않는 모서리의 적어도 하나 이상을 따라서 배열된 선형의 삼
각 프리즘을 포함하는 재귀 반사체.

10 【청구항 2】

제 1 항에 있어서, 상기 세 삼각형의 모서리 중에서 서로 공유되
지 않는 모서리는 공동면에 존재하거나 또는 공동면에 존재하지 않는 재
귀 반사체.

【청구항 3】

15 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 재귀 반사체가 굴절율이
1.4~1.7인 물질로 이루어진 재귀 반사체.

【청구항 4】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 공통의 꼭지점으로부터 세
삼각형과 동일한 각도를 이루면서 상기 재귀 반사체의 전면을 향해 연장
20 된 축이 상기 재귀 반사체의 전면에서 수직인 축과 $-15^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 를 이루는 재
귀 반사체.

【청구항 5】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 선형의 삼각 프리즘이 상기
세 삼각형의 모서리 중에서 서로 공유되지 않는 모서리의 적어도 하나 이
25 상을 따라서 배열될 때, 한 모서리에 대해 적어도 하나 이상의 선형의 삼
각 프리즘이 배열되는 재귀 반사체.

【청구항 6】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 세 삼각형의 모서리 중에서
서로 공유되지 않는 모서리가 서로 다른 길이를 가지는 재귀 반사체.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

The present invention relates to a retroreflective article, the retroreflective article includes a flat front surface, and a rear structured surface displaced from the flat front surface. The rear structured surface is

5 provided with arrays of sets of three mutually perpendicular lateral triangular sides, and a plurality of trigonal linear prisms. The three lateral triangular sides have a common apex. The linear prisms are disposed along at least one of uncommon linear base edges among the three lateral triangular sides.

Therefore, the inventive retroreflective article exhibits improved retroreflective

10 capacity with highly increased angularity irrespective of the direction.

THIS PAGE BLANK (USPTO)